



This is a digital copy of a book that was preserved for generations on library shelves before it was carefully scanned by Google as part of a project to make the world's books discoverable online.

It has survived long enough for the copyright to expire and the book to enter the public domain. A public domain book is one that was never subject to copyright or whose legal copyright term has expired. Whether a book is in the public domain may vary country to country. Public domain books are our gateways to the past, representing a wealth of history, culture and knowledge that's often difficult to discover.

Marks, notations and other marginalia present in the original volume will appear in this file - a reminder of this book's long journey from the publisher to a library and finally to you.

Usage guidelines

Google is proud to partner with libraries to digitize public domain materials and make them widely accessible. Public domain books belong to the public and we are merely their custodians. Nevertheless, this work is expensive, so in order to keep providing this resource, we have taken steps to prevent abuse by commercial parties, including placing technical restrictions on automated querying.

We also ask that you:

- + *Make non-commercial use of the files* We designed Google Book Search for use by individuals, and we request that you use these files for personal, non-commercial purposes.
- + *Refrain from automated querying* Do not send automated queries of any sort to Google's system: If you are conducting research on machine translation, optical character recognition or other areas where access to a large amount of text is helpful, please contact us. We encourage the use of public domain materials for these purposes and may be able to help.
- + *Maintain attribution* The Google "watermark" you see on each file is essential for informing people about this project and helping them find additional materials through Google Book Search. Please do not remove it.
- + *Keep it legal* Whatever your use, remember that you are responsible for ensuring that what you are doing is legal. Do not assume that just because we believe a book is in the public domain for users in the United States, that the work is also in the public domain for users in other countries. Whether a book is still in copyright varies from country to country, and we can't offer guidance on whether any specific use of any specific book is allowed. Please do not assume that a book's appearance in Google Book Search means it can be used in any manner anywhere in the world. Copyright infringement liability can be quite severe.

About Google Book Search

Google's mission is to organize the world's information and to make it universally accessible and useful. Google Book Search helps readers discover the world's books while helping authors and publishers reach new audiences. You can search through the full text of this book on the web at <http://books.google.com/>



Über dieses Buch

Dies ist ein digitales Exemplar eines Buches, das seit Generationen in den Regalen der Bibliotheken aufbewahrt wurde, bevor es von Google im Rahmen eines Projekts, mit dem die Bücher dieser Welt online verfügbar gemacht werden sollen, sorgfältig gescannt wurde.

Das Buch hat das Urheberrecht überdauert und kann nun öffentlich zugänglich gemacht werden. Ein öffentlich zugängliches Buch ist ein Buch, das niemals Urheberrechten unterlag oder bei dem die Schutzfrist des Urheberrechts abgelaufen ist. Ob ein Buch öffentlich zugänglich ist, kann von Land zu Land unterschiedlich sein. Öffentlich zugängliche Bücher sind unser Tor zur Vergangenheit und stellen ein geschichtliches, kulturelles und wissenschaftliches Vermögen dar, das häufig nur schwierig zu entdecken ist.

Gebrauchsspuren, Anmerkungen und andere Randbemerkungen, die im Originalband enthalten sind, finden sich auch in dieser Datei – eine Erinnerung an die lange Reise, die das Buch vom Verleger zu einer Bibliothek und weiter zu Ihnen hinter sich gebracht hat.

Nutzungsrichtlinien

Google ist stolz, mit Bibliotheken in partnerschaftlicher Zusammenarbeit öffentlich zugängliches Material zu digitalisieren und einer breiten Masse zugänglich zu machen. Öffentlich zugängliche Bücher gehören der Öffentlichkeit, und wir sind nur ihre Hüter. Nichtsdestotrotz ist diese Arbeit kostspielig. Um diese Ressource weiterhin zur Verfügung stellen zu können, haben wir Schritte unternommen, um den Missbrauch durch kommerzielle Parteien zu verhindern. Dazu gehören technische Einschränkungen für automatisierte Abfragen.

Wir bitten Sie um Einhaltung folgender Richtlinien:

- + *Nutzung der Dateien zu nichtkommerziellen Zwecken* Wir haben Google Buchsuche für Endanwender konzipiert und möchten, dass Sie diese Dateien nur für persönliche, nichtkommerzielle Zwecke verwenden.
- + *Keine automatisierten Abfragen* Senden Sie keine automatisierten Abfragen irgendwelcher Art an das Google-System. Wenn Sie Recherchen über maschinelle Übersetzung, optische Zeichenerkennung oder andere Bereiche durchführen, in denen der Zugang zu Text in großen Mengen nützlich ist, wenden Sie sich bitte an uns. Wir fördern die Nutzung des öffentlich zugänglichen Materials für diese Zwecke und können Ihnen unter Umständen helfen.
- + *Beibehaltung von Google-Markenelementen* Das "Wasserzeichen" von Google, das Sie in jeder Datei finden, ist wichtig zur Information über dieses Projekt und hilft den Anwendern weiteres Material über Google Buchsuche zu finden. Bitte entfernen Sie das Wasserzeichen nicht.
- + *Bewegen Sie sich innerhalb der Legalität* Unabhängig von Ihrem Verwendungszweck müssen Sie sich Ihrer Verantwortung bewusst sein, sicherzustellen, dass Ihre Nutzung legal ist. Gehen Sie nicht davon aus, dass ein Buch, das nach unserem Dafürhalten für Nutzer in den USA öffentlich zugänglich ist, auch für Nutzer in anderen Ländern öffentlich zugänglich ist. Ob ein Buch noch dem Urheberrecht unterliegt, ist von Land zu Land verschieden. Wir können keine Beratung leisten, ob eine bestimmte Nutzung eines bestimmten Buches gesetzlich zulässig ist. Gehen Sie nicht davon aus, dass das Erscheinen eines Buchs in Google Buchsuche bedeutet, dass es in jeder Form und überall auf der Welt verwendet werden kann. Eine Urheberrechtsverletzung kann schwerwiegende Folgen haben.

Über Google Buchsuche

Das Ziel von Google besteht darin, die weltweiten Informationen zu organisieren und allgemein nutzbar und zugänglich zu machen. Google Buchsuche hilft Lesern dabei, die Bücher dieser Welt zu entdecken, und unterstützt Autoren und Verleger dabei, neue Zielgruppen zu erreichen. Den gesamten Buchtext können Sie im Internet unter <http://books.google.com> durchsuchen.

Stanford University Libraries



3 6105 001 161 432



The Branner Geological Library



LELAND • STANFORD • JUNIOR • UNIVERSITY



The Branner Geological Library



LELAND • STANFORD • JUNIOR • UNIVERSITY

THE

LANDES

(D)

11

1000

1000

1000



J. E. Rose

ZEITSCHRIFT

FÜR

KRYSTALLOGRAPHIE

UND

MINERALOGIE

UNTER MITWIRKUNG

ZAHGREICHER FACHGENOSSEN DES IN- UND AUSLANDES

HERAUSGEGEBEN

VON

P. GROTH.

VIERZIGSTER BAND.

MIT 15 LITHOGRAPHIRTEN TAFELN UND 112 FIGUREN IM TEXT.

LEIPZIG

VERLAG VON WILHELM ENGELMANN

1905

214714

ГРАЖДАНСКИЙ ФОРМАТ

Inhaltsverzeichnis des vierzigsten Bandes.

Heft I. (Geschlossen am 10. Juli 1904.)	Seite
I. <i>L. H. Borgström</i> , über Kassiterit von Pitkäranta. Hierzu Taf. I	1
II. <i>A. Nold</i> , Grundlagen einer neuen Theorie der Krystalstruktur. Erste Abhandlung. Hierzu Taf. II und 5 Textfiguren	13
III. <i>F. Zambonini</i> , über einige Mineralien von Canale Monterano in der Provinz Rom. Hierzu Tafel III	49
IV. <i>B. Gossner</i> , Beitrag zur Krystallographie der Salze von NH_4 , K, Rb, Cs. Mit 2 Textfiguren	69
V. <i>Derselbe</i> , krystallographische Untersuchung organischer Halogenverbindungen. Ein Beitrag zur Kenntnis der Isomorphie von Cl, Br und J	78
VI. <i>Auszüge:</i>	
1. <i>U. Panichi</i> , Einfluß der Temperaturänderung und insbesondere starker Abkühlung auf das optische Verhalten einiger Mineralien	86
2. <i>F. Zambonini</i> , Wavellit von Manziana in der Provinz Rom	90
3. <i>G. Bruni</i> und <i>W. Meyerhoffer</i> , über die heterogenen Gleichgewichte zwischen Mischkrystallen von isomorphen Salzhydraten	91
4. <i>F. Zambonini</i> , über den Glaukophan von Chateyroux im Gressoney-tale	91
5. <i>G. d'Achiardi</i> , Thomsonit und Apophyllit von Schiket in der Colonie Erythraea	92
6. <i>G. Bruni</i> , über die Unterscheidung zwischen Polymorphismus und chemischer Isomerie	92
7. <i>C. Rimatori</i> , der Prehnit und andere Zeolithe aus den Granuliten von Cala Francese (Maddalena-Insel).	93
8. <i>G. de Angelis d'Ossat</i> , Notizen über einige Mineralien von Casal di Pari in der Provinz Grosseto	94
9. <i>G. Bruni</i> und <i>M. Padoa</i> , über die Bildung von Mischkrystallen durch Sublimation	95
10. <i>G. Bruni</i> , neue Untersuchungen über feste Lösungen	96
11. <i>D. Lovisato</i> , der Bournonit aus der Grube Argentiera della Nurra (Portotorres, Sardinien)	97
12. <i>E. Artini</i> , Beobachtungen an einigen Mineralien aus dem Bavenoer Granit	98
13. <i>L. Colomba</i> , über den Mohsinit aus der Beaume im oberen Doria Ripariatale	99
14. <i>Derselbe</i> , über eine neue Ptilolithvarietät von der Kronprinz Rudolf-Insel	100
15. <i>G. Spexia</i> , Beiträge zur chemischen Geologie. Über die Umwandlung von Holz-Opal in -Quarz	101

	Seite
16. <i>A. Arton</i> , Untersuchungen über die elektrischen Eigenschaften des Diamants	102
17. <i>L. Bombicci</i> , über die wahrscheinlichen Bildungsarten der Granatkrystalle	103
18. <i>L. Brugnatelli</i> , über ein neues Mineral aus den Amianthgruben des Lanternatales	103
19. <i>G. Boeris</i> , krystallographische Untersuchung einiger organischer Verbindungen	104
20. <i>Derselbe</i> , Titanit vom Berge Pian Real im Susatale	108
21. <i>A. D'Achiardi</i> , Betrachtungen über das Krystallisationswasser . .	108
22. <i>E. Pollacci</i> , qualitative und quantitative Analyse des Marmors von Carrara	109
23. <i>G. Boeris</i> , Krystallform des Benzopinakons $C_{25}H_{22}O_2$	109
24. <i>C. Formenti</i> , Analysen von italienischen Bauxiten	109
25. <i>F. Zambonini</i> , Krystallform der zwei isomeren Lactonsäuren, welche sich aus der Methyl-2-dimethyl-3-oxy-2,4-pentandisäure ableiten	110
26. <i>E. Scacchi</i> , Krystallform der p-Oxybenzoesäure	111
27. <i>G. La Valle</i> , Krystallform des Di-p-nitrobenzilycyanessigsäureesters	111
28. <i>G. Boeris</i> , Krystallform des Pikrats des β -Äthyl- β -N-Dimethyl- α -methylenindolins	112
 Heft II und III. (Geschlossen am 2. Oktober 1904.) 	
VII. <i>F. M. Jaeger</i> , über morphotropische Beziehungen bei den in der Aminogruppe substituierten Nitro-Anilinen. Mit 24 Textfiguren	113
VIII. <i>P. F. Hubrecht</i> , über Cerussitviellinge von Sardinien. Hierzu Tafel IV—VI und 4 Textfiguren	147
IX. <i>P. Pavlow</i> , über einige Eigenschaften der Krystalle vom Standpunkte der Thermodynamik. Mit 7 Textfiguren	189
X. <i>F. Zambonini</i> , über die Drusenmineralien des Syenits der Gegend von Biella. Hierzu Tafel VII und VIII	206
XI. <i>Derselbe</i> , krystallographische Untersuchung der racemischen und activen p-Methoxymandelsäure. Mit 8 Textfiguren	270
XII. <i>Kürzere Originalmittheilungen und Notizen.</i>	
1. <i>E. von Fedorow</i> , Notiz betreffend ein Minimumproblem in der Gestaltenlehre. Mit 2 Textfiguren	277
2. <i>H. Hilton</i> , Notiz über Projection	279
3. <i>C. Viola</i> , über einen Satz aus der Zonenlehre	280
4. <i>K. Zimányi</i> , über die Lichtbrechung des Fluorapatits von Pisch .	281
5. <i>L. Buchrucker</i> , Neubildungen von Gyps	283
6. <i>J. Beckenkamp</i> , über die Krystallform des Baryumsilicates $BaSiO_3 + 6H_2O$. Mit 1 Textfigur	283
XIII. <i>Auszüge.</i>	
1. <i>G. Boeris</i> , Krystallform einiger von Plancher und Bonavia dargestellter Körper	286
2. <i>F. Zambonini</i> , Krystallform des Thoriumsulfats $Th(SO_4)_2 \cdot 9H_2O$.	288
3. <i>G. Panebianco</i> , über eine chromatische Reaction von Kalkspat und Aragonit	288
4. <i>Derselbe</i> , über eine einfache Symbolisierung der Krystallklassen und -systeme	289

	Seite
5. <i>G. Boeris</i> , über die Verbreitung des Titanolivins in den piemontesischen Alpen	289
6. <i>E. Billows</i> , krystallographische Untersuchung des Dibromselen-diphenyls und Dibromtellurdiphenyls	289
7. <i>G. Boeris</i> , über den Anatas von Scipsius (St. Gotthard)	291
8. <i>V. Zanolli</i> , über einen neuen Zeolithfundort in den Euganeen	292
9. <i>S. Franchi</i> , über die Dispersion bei den chloromelanitischen Pyroxenen aus einigen krystallinischen Gesteinen der westlichen Alpen	292
<i>L. Colomba</i> , über die Anwesenheit der Dispersion bei den Jadcit-Pyroxenen in Beziehung mit ihrer chemischen Zusammensetzung	292
10. <i>V. Novarese</i> , das Antimonvorkommen von Campiglia Soana im Bezirk Ivrea	293
11. <i>S. Di Franco</i> , krystallographische Untersuchung des Eisenglanzes vom Ätna	294
12. <i>Derselbe</i> , über den Herschelit der sicilianischen Basalte	294
13. <i>E. Ragusa</i> , Vorkommen von Phosphorit bei Modica	295
14. <i>A. Bussagli</i> , die Kupferkiese von Boccheggiano	295
15. <i>B. Lotti</i> , die geologischen Verhältnisse und die Genesis der Zinnoberlagerstätten von Cortevicchia	295
16. <i>G. Aichino</i> , der Bauxit	296
17. <i>G. de Angelis d'Ossat</i> , ein neues Zinnobervorkommen bei Saturnia in der Provinz Grosseto	296
18. <i>A. Stella</i> , über das Blei-Baryt-Lager von Trou des Romains bei Courmayeur	296
19. <i>E. Monaco</i> , über eine cadmiumhaltige Zinkblende vom Monte Somma und einen Arsenschwefel aus der Solfatara von Pozzuoli	297
20. <i>E. von Fedorow</i> , optische Vorrichtungen, die auf der Anwendung der Glasplättchenpackete beruhen	297
21. <i>F. Koch</i> , Ein Beryll aus dem Gebirge Motajica Planina in Bosnien	298
22. <i>C. Kraft</i> , experimentelle Untersuchungen über die Scala der Interferenzfarben	298
23. <i>G. Tschermak</i> , die gewöhnliche Umwandlung der Turmaline	299
24. <i>R. Koechlin</i> , zur Schneebergfrage	300
25. <i>C. Doeller</i> , neue Bestimmungen von Schmelzpunkten	301
26. <i>J. Fromme</i> , »Brunsvigit«, ein neuer Leptochlorit aus dem Radauthale	302
27. <i>A. Pelikan</i> , Pseudomorphose von Magnetit und Rutil nach Ilmenit	303
28. <i>J. Morozewicz</i> , über Mariupolit, ein extremes Glied der Eläolithsyenite	304
29. <i>F. Focke</i> , regelmäßige Verwachsung von Nemaphyllit und Dolomit vom Wildkreuzjoch	305
30. <i>J. E. Hibsch</i> , geologische Karte des böhmischen Mittelgebirges. Blatt V (Großpriesen)	306
31. <i>A. Frenzel</i> , Neue Pseudomorphosen	307
32. <i>F. Becke</i> , über eine Hornblende von besonderer optischer Orientierung	307
33. <i>H. Tertsch</i> , über die Lage der Hämatitschuppen im Oligoklas von Tvedestrand	307
34. <i>Anonymus</i> , Chalkophyllit von Schmiedeberg	307
35. <i>L. K. Moser</i> , Mineralvorkommen des Karstgebietes von Triest	307
36. <i>V. Neuwirth</i> , Neue Beiträge zur Kenntnis der mineralogischen Verhältnisse der Umgebung von Zöptau	308
37. <i>F. Focke</i> , über ein neues Skolezitvorkommen in Salzburg	308
38. <i>R. Koechlin</i> , neue Salze von Kalusz	308

	Seite
39. <i>A. von Löhr</i> , über Opaltigerauge	309
40. <i>A. Sigmund</i> , Niederösterreichische Mineralvorkommen	309
41. <i>H. V. Graber</i> , die Gesteine des oberösterreichischen Mühlviertels und der Cordierit von Linz a. D.	309
42. <i>C. Leiss</i> , über eine Verbesserung an der Polarisatoreinrichtung von Mikroskopen	309
43. <i>C. Hlawatsch</i> , Bestimmung der Doppelbrechung für verschiedene Farben an einigen Mineralien. I. Vesuvian	310
44. <i>J. E. Hübisch</i> , Calcitkrystalle von Katharinenberg, Erzgebirge	312
45. <i>F. Becke</i> , Calcit vom oberen Klammthunnel an der Strecke Schwarzach —St. Veit—Gastein	312
46. <i>A. Osann</i> , Erläuterungen zu gewissen archaischen Gesteinen im Ottawatale	312
47. <i>H. Bücking</i> , Beiträge zur Geologie von Celebes.	318
48. <i>A. Pelikan</i> , petrographische Untersuchungen von Gesteinen der Inseln Sokótra, 'Abd el Kúri und Sémha	319
 Heft IV. (Geschlossen am 20. November 1904.) 	
XIV. <i>'S. Stevanović</i> , zur Kenntnis einiger künstlich dargestellter Verbindungen. Mit 3 Textfiguren	321
XV. <i>E. von Fedorow</i> , einige Folgerungen aus dem Sygonieclipsoidgesetze. Mit 2 Textfiguren	332
XVI. <i>F. M. Jaeger</i> , über die krystallonomische Symmetrie von stellungs- isomeren Toluolderivaten. Mit 7 Textfiguren	357
XVII. <i>Derselbe</i> , über Benzylphtalimid und Benzylphtalisoimid; ein erster Beitrag zur Erforschung des Zusammenhanges zwischen Polymorphie und che- mischer Desmotropie. Mit 3 Textfiguren	371
XVIII. <i>V. Goldschmidt</i> , Formensystem aus Accessorien, abgeleitet am Topas. Hiersu Tafel IX—XI	377
XIX. <i>Derselbe</i> , Flächen oder Zonen als Ausgang der Formenentwicklung. Hiersu Tafel XI und 5 Textfiguren	385
XX. <i>W. Prandtl</i> , über den Ardennit	392
XXI. <i>Auszüge.</i>	
1. <i>E. Sommerfeldt</i> , Studien über den Isomorphismus	396
2. <i>F. Zambonini</i> , kurzer Beitrag zur chemischen Kenntnis einiger Zeolithe der Umgegend Roms	398
3. <i>S. Franchi</i> , über Feldspat-Uralitisierung der Natron-Thonerde- Pyroxene aus den eklogitischen Glimmerschiefern der Gebirge von Biella (Grajische Alpen)	401
4. <i>L. Kruff</i> , die Phosphoritführung des vogtländischen Obersilurs und die Verbreitung des Phosphorits im Altpaläozoicum Europas.	402
5. <i>L. Milch</i> , Beiträge zur Kenntnis der granitischen Gesteine des Riesengebirges	404
6. <i>H. Rösler</i> , Beiträge zur Kenntnis einiger Kaolinlagerstätten	405
7. <i>L. Doermer</i> , Beiträge zur Kenntnis der Diabasgesteine aus dem Mitteldevon der Umgebung von Dillenburg	410
8. <i>F. Rinne</i> , flüssige Luft als Erkaltungsmittel bei kristallographisch- optischen Untersuchungen	409
<i>N. Panichi</i> , flüssige Luft als Erkaltungsmittel bei kristallographisch- optischen Untersuchungen	409

	Seite
9. <i>A. Schwanke</i> , über eine interessante Verwachsung von monoklinem und rhombischem Augit im Basalt.	410
10. <i>E. Hussak</i> , über Chalmersit, ein neues Sulfid der Kupferglanzgruppe von der Goldmine »Morro Velho« in Minas Geraës, Brasilien . .	411
<i>F. Rinne</i> , Chalmersit	411
11. <i>O. Mügge</i> , zur Structur der Rutilkrystalle	412
12. <i>E. Sommerfeldt</i> , natürliche Ätzfiguren am Baryt.	413
13. <i>E. Zolinski</i> , über eigentümliche Glaseinschlüsse in andesitischen Feldspäten	414
14. <i>H. Warth</i> , über Hydrargillit von den Palnibergen im Süden Indiens	414
15. <i>C. Dölter</i> , über gegenseitige Löslichkeit geschmolzener Mineralien	415
16. <i>F. Rinne</i> , Bemerkungen über die Druckfestigkeit einiger Quarz- und Feldspatwürfel, sowie über die Zugfestigkeit von Glimmerstreifen	416
17. <i>Derselbe</i> , über das Verschwinden und Wiedererscheinen des Magnetismus beim Erhitzen und Abkühlen von Magneteisenerz	417
18. <i>O. Mügge</i> , über einige regelmäßige Verwachsungen der Glimmer mit anderen Substanzen.	418
19. <i>E. Taubert</i> , über rotes Quecksilberjodid (HgJ_2)	419
20. <i>A. Sachs</i> , der »Weißstein« des Jordansmühler Nephritvorkommens	419
21. <i>C. Dölter</i> , über zwei neue elektrische Öfen und über Schmelzpunktsbestimmungen	420
22. <i>Chr. Tarnuzzer</i> , die Asbestlager der Alp Quadrata bei Poschiavo (Graubünden)	421
<i>A. Bodmer-Beder</i> , der Malencoserpentin und seine Asbeste auf Alp Quadrata bei Poschiavo (Graubünden)	421
23. <i>H. Warth</i> , die Bildung des Aragonits aus wässriger Lösung. . .	422
24. <i>F. Rinne</i> , Koenenit	422
25. <i>Derselbe</i> , Arsensulfurit	423
26. <i>F. Zambonini</i> , Notizen über den Guarinit (vom Vesuv)	424
27. <i>A. Johnsen</i> , Eisenkies von Traversella	425
28. <i>F. Rinne</i> , die Lockerung des Krystallgebäudes unter dem Einfluß von Salzsäure	425
29. <i>E. Zolinski</i> , über die Löslichkeit der Eisenerze in Fluorwasserstoffsäure	426
30. <i>A. Johnsen</i> , Quarzwilling nach P2 von Annaberg i. S.	426
31. <i>E. Wittich</i> und <i>B. Neumann</i> , über ein neues Vorkommen von Kakoxen am Taunusrande	426
32. <i>C. Klein</i> , Apatit (Moroxit) vom Flusse Swakop (Südwestafrika) . .	426
33. <i>Derselbe</i> , Pyromorphitzwilling von Friedrichsagen bei Ems . . .	427
34. <i>L. van Werkeke</i> , über das Vorkommen, die mineralogische Zusammensetzung und die Entstehung der deutsch-lothringischen und luxemburgischen Eisenerzlager	427
35. <i>W. Petrascheck</i> , das Vorkommen von Kohle im Diabas von Radotin	428
<i>F. Slavík</i> , zur Frage der Kohle im Diabas von Radotin.	428
36. <i>H. V. Graber</i> , über die Plasticität granitischer Gesteine. . . .	428
37. <i>R. Handmann</i> , über ein Vorkommen von Cordierit und Sillimanit bei Linz in Oberösterreich	429
38. <i>L. K. Moser</i> , Bergteer von Sistiana	429
39. <i>G. v. Bukowsky</i> , zur Kenntnis der Quecksilbererzlagerstätten in Spizza (Süddalmatien).	429

	Seite
40. <i>W. Hammer</i> , Mitteilung über Studien in der Val Furva und Val Zebbru bei Bormio (Veldlin)	430
41. <i>C. v. John</i> , über Gabbro- und Graniteinschlüsse im Basalt von Schluckenau in Böhmen	430
42. <i>H. Graf Kayserlingk</i> , geologisch-petrographische Studien im Gebiete der Melaphyre und Augitporphyre Südtirols	431
43. <i>B. Baumgärtel</i> , der Erzberg bei Hüttenberg in Kärnten	431
44. <i>C. A. Redlich</i> , eine Kupferkieslagerstätte im Hartelgraben bei Kaisersberg in Steiermark	432
45. <i>W. Setz</i> , die Erzlagerstätten von Deutsch-Feistritz, Peggau, Frohnleiten, Übelbach und Thalgraben (in Steiermark)	432
Heft V. (Geschlossen am 1. Dezember 1904.)	
XXII. <i>A. Nold</i> , Grundlagen einer neuen Theorie der Krystallstructur. Zweite Abhandlung. Hierzu Tafel XII und XIII und 3 Textfiguren	433
XXIII. <i>E. Kahrs</i> , krystallographische Verhältnisse des Acetamid, Acetanilid und ihrer Homologen. Hierzu Tafel XIV und 18 Textfiguren	475
XXIV. <i>Kürzere Originalmitteilungen und Notizen:</i>	
1. <i>C. Viola</i> , zwei Sätze aus der Zonenlehre.	495
2. <i>F. Haag</i> , zu E. von Fedorows Notiz, betreffend ein Minimumproblem in der Gestaltenlehre.	497
3. <i>H. Preiswerk</i> , Diopsid aus dem Eozoon-Kalk von Côte St. Pierre (Canada). Mit 1 Textfigur	498
XXV. <i>Auszüge:</i>	
1. <i>G. Moesz</i> , Baryt, Antimonit, Pyrargyrit und Pyrit von Kőrmöczbánya	501
2. <i>F. Schafarzik</i> , vorläufige Mitteilung über das Auftreten von Quarzporphyren und Porphyroïden in den Comitaten Gömör und Szepes (Zips) in Nordungarn	502
3. <i>L. Lukács</i> , das Verhalten ungarischer Pyrite bei der Destillation im Vacuum	502
4. <i>J. Niesner</i> , über ein Quecksilbervorkommen in Spič (Dalmatien)	503
5. <i>V. Hulyák</i> , mineralogische Mitteilungen	503
6. <i>W. Lindgren</i> , metasomatische Prozesse auf Gängen	504
7. <i>R. Biewend</i> , über den Cadmiumgehalt der Zinkerze, insbesondere der oberschlesischen, das Verhalten cadmiumhaltiger Zinkerze und Zinklegierungen vor dem Lötrohre und die Nachweisung des Cadmiums und des Zinkes auf trockenem Wege	506
8. <i>L. Loewe</i> , Goldvorkommen in der Eifel	506
9. <i>R. Beck</i> , über eine neue Nickelerzlagerstätte in Sachsen.	507
<i>Derselbe</i> , die Nickelerzlagerstätte von Sohland an der Spree und ihre Gesteine	507
<i>A. Dieseldorff</i> , Berichtigung einiger Angaben des Herrn R. Beck über »Die Nickelerzlagerstätten von Sohland an der Spree und ihre Gesteine«	507
10. <i>W. S. Vernadsky</i> und <i>S. P. Popoff</i> , über den Boraxgehalt von Eruptionsproducten aus dem Salsengebiet von Kertsch und Taman	508
11. <i>Ermisch</i> , die Kupfererze der Sünikgruben im Gouv. Elisabethpol, Transkaukasien	508
12. <i>F. Rinne</i> , über eine Magneteisenerzlagerstätte bei Paracale in Nord-Camarines auf Luzon	508

	Seite
13. <i>H. Oehmichen</i> , Kupfersulfatlagerstätte von Coquaque im nördlichen Chile	508
14. <i>Gascuel</i> , Diamantlagerstätten im südöstlichen Borneo	509
15. <i>V. Novarese</i> , die Erzlagerstätten von Brosso und Traversella in Piemont	509
16. <i>W. Liebenam</i> , Vorkommen und Gewinnung von Gold in Niederländisch-Ostindien	510
17. <i>G. A. F. Molengraaff</i> , über die Geologie der Umgegend von Sumalatta auf Nord-Celebes und über die dort vorkommenden goldführenden Erzgänge	511
18. <i>J. H. L. Vogt</i> , Platingehalt im norwegischen Nickelerz	511
19. <i>F. W. Voigt</i> , das Kupfererzvorkommen bei Senze do Itombe in der portugiesischen Provinz Angola, Westafrika	512
20. <i>F. Kretschmer</i> , die nutzbaren Minerallagerstätten der archaischen und devonischen Inseln Westmährens	512
21. <i>K. Schlegel</i> , das Magneteisenerzlager vom Schwarzen Krux bei Schmiedefeld im Thüringer Walde	516
22. <i>P. Krusch</i> , über neue Kobaltaufschlüsse im Thüringer Walde	517
23. <i>Derselbe</i> , das Goldvorkommen am Berge Roudny in Böhmen.	517
24. <i>E. Naumann</i> , über die Entstehung der Erzlagerstätten des Kupferschiefers und Weißliegenden am Kyffhäuser	518
25. <i>E. Kohler</i> , die Amberger Erzlagerstätten.	518
26. <i>E. Düll</i> , über die Eklogite des Münchberger Gneißgebietes. Ein Beitrag zur Kenntnis ihrer genetischen Verhältnisse.	520
27. <i>K. Fabian</i> , über einige Porphyrite und Melaphyre des Fassa- und Fleimsertales	522
28. <i>J. Romberg</i> , geologisch-petrographische Studien im Gebiete von Predazzo. II.	522
29. <i>A. Young</i> , die Gesteine der ecuatorialischen Ost-Cordillere: Der Cotopaxi und die umgebenden Vulkanberge Pasocha, Rumiñahui, Sincholagua und Quilindaña	522
30. <i>W. Meigen</i> , Beiträge zur Kenntnis des kohlen sauren Kalkes	524
31. <i>C. Viola</i> , Beitrag zur Lehre von der Spaltbarkeit der Krystalle	527
32. <i>W. Thienemann</i> , ein bemerkenswertes Pentagonikositetraeder	528

Heft VI. (Geschlossen am 27. Januar 1905.)

XXVI. <i>E. von Fedorow</i> , Theorie der Krystallstructur. III. Teil. Über die Hauptstructurarten der Krystalle des kubischen Typus und speciell über die des Zirkon	529
XXVII. <i>P. Parlow</i> , über die Abhängigkeit zwischen der Krystallform und dem Zustande der Lösung	555
XXVIII. <i>F. M. Jaeger</i> , zur Kenntnis der Krystallformen einiger nitrirter Anisole. Mit 6 Textfiguren	562
XXIX. <i>G. Melzer</i> , Daten zur genaueren Kenntnis des Albit. Mit 7 Textfiguren	571
XXX. <i>B. Mauritz</i> , Beiträge zur krystallographischen Kenntnis der ungarischen Kupferkiese. Hierzu Taf. XV	588
XXXI. <i>J. Beckenkamp</i> , krystallographische Untersuchung einiger organischer Substanzen. Vierte Reihe. Mit 4 Textfiguren.	597
XXXII. <i>Auszüge</i> .	
1. <i>G. W. A. Kahlbaum, K. Roth und P. Siedler</i> , über Metalldestillation und destillierte Metalle	601

	Seite
2. <i>A. Piccini</i> und <i>L. Marino</i> , über einige Vanadinverbindungen der Form VdX_3	605
3. <i>W. E. Ringer</i> , Mischkrystalle von Schwefel und Selen	606
4. <i>H. Erdmann</i> , über das Wesen des metallischen Zustandes	607
5. <i>H. Erdmann</i> und <i>M. v. Unruh</i> , über gelbes Arsen	608
6. <i>H. Erdmann</i> , über die Constitution des Arsensesquioxides	608
7. <i>C. Benedicks</i> , krystallographische Untersuchung einiger Nitrobenzolsulfonsäurederivate	609
8. <i>A. Fock</i> , krystallographische Untersuchung quartärer Ammonsalze	610
9. <i>Derselbe</i> , krystallographische Untersuchung von Kairolinderivaten	611
10. <i>C. Harries</i> , über Succinaldehyd	612
11. <i>E. Rimbach</i> , über Löslichkeit und Zersetzlichkeit von Doppelsalzen in Wasser. II.	613
12. <i>R. Willstätter</i> , über Betaïnchloraurat	614
13. <i>F. M. Jaeger</i> , über die in Leclanché-Zellen entstehenden Krystalle	614
14. <i>St. Jahn</i> , Krystallform des Isodicamphenpyrazins	615
15. <i>H. Zürling</i> , krystallographische Beschreibung einiger Campherchinonderivate	615
16. <i>Nils Coos</i> , über Selendilactylsäuren	616
17. <i>L. Burmester</i> , kinematisch-geometrische Theorie der affin-veränderlichen, ähnlich-veränderlichen und starren räumlichen oder ebenen Systeme.	617
18. <i>K. Lippisch</i> , die Unverträglichkeitsrelation des Satzes vom goldenen Schnitte mit dem Gesetze der rationalen Indices, nachgewiesen am Rautendreißigflächner und regelmäßigen Pentagondodekaëder	617
19. <i>A. Pelikan</i> , Beiträge zur Kenntnis der Zeolithe Böhmens	618
20. <i>F. Berwerth</i> , der Meteoreisenzwilling von Mukerop, Bezirk Gibeon, Deutsch-Südwest-Afrika	619
21. <i>V. von Lang</i> , krystallographisch-optische Bestimmungen	619
22. <i>F. Becke</i> , Krystallform der Oxy- α -Naphtochinonessigsäure	643
23. <i>R. von Hasslinger</i> , über die Herstellung künstlicher Diamanten aus Silicatschmelzen	643
24. <i>C. Hlawatsch</i> , krystallographische Untersuchung einiger Derivate der Sulfobenzoësäuren	643
25. <i>H. Steinmetz</i> , über Oscin- und Tropin-Chloroplatinat	645
26. <i>A. Sachs</i> , über Anapaït, ein neues Kalkphosphat von Anapa am Schwarzen Meere	646
27. <i>Derselbe</i> , Beiträge zur Kenntnis der Krystallform des Langbeinitz und zur Auffassung der Tetartoëdrie im regulären System	646
28. <i>K. Kubierschky</i> , über ein eigentümliches Salzvorkommen im sogenannten Magdeburg-Halberstädter Becken	647
<i>J. H. van 't Hoff</i> , Nachtrag	647
29. <i>H. Baumhauer</i> , über einen neuen flächenreichen Krystall von Seligmannit	648
30. <i>A. Sachs</i> , über die Krystallform des Rothnickelkieses	648
<i>Autorenregister</i>	649
<i>Sachregister</i>	655
<i>Berichtigungen und Zusätze</i>	666
<i>Mittheilung der Redaction</i>	667

I. Über Kassiterit von Pitkäranta.

Von

L. H. Borgström in Helsingfors.

(Hierzu Tafel I.)

Die Krystallform des Kassiterites von Pitkäranta wurde zum ersten Male Gegenstand kristallographischer Untersuchung in der Mitte des vorigen Jahrhunderts. A. Gadolin¹⁾ veröffentlichte 1856 ausführliche Messungen und Beobachtungen. Seine Arbeit enthält Angaben über mehrere für Kassiterit neue Formen. Einige von diesen, die recht hohe Symbole haben, wurden später von anderen Forschern nicht wiedergefunden, und dieses Verhältnis hat dazu geführt, daß die Zuverlässigkeit seiner Resultate von verschiedener Seite angezweifelt wurde. Einige Jahre nach Gadolin studierte A. E. Nordenskiöld²⁾ die Krystalle von Pitkäranta. Spätere Beobachtungen verdanken wir F. Becke³⁾ 1877 und W. Kohlmann⁴⁾ 1895.

Das Mineralienkabinett der Universität in Helsingfors besitzt eine bedeutende Anzahl Stufen aus Pitkäranta, die zum Teil der Gadolinschen Sammlung entstammen. Ein Durchmusterung des Materials gab für eine Reihe von Zinnsteinkrystallen dieses Fundorts einen großen Formenreichtum.

$c = 0(001)$. Die Basis c' ist fast immer vorhanden. Ziemlich häufig sind Krystalle, deren Habitus durch die Combination von Basis mit Prismenflächen charakterisiert ist. Eine solche Ausbildung ist von Becke als sein III. Kassiterittypus bezeichnet und mit Recht als Haupttypus für Pitkäranta angegeben. Die Krystalle dieses Typus sind meistens nicht zu goniometrischen Messungen einladend und werden aus diesem Grunde in den Beschreibungen keinen so großen Raum einnehmen, als sie es infolge ihrer Häufigkeit wohl verdienten; ihre Oberfläche ist fast durchweg uneben.

1) A. Gadolin, Verh. d. russ. miner. Ges. 1855—1856.

2) A. E. Nordenskiöld, Pogg. Ann. 101, 635.

3) F. Becke, Tschermaks min. Mitth. 1877, 243. Ref. diese Zeitschr. 2, 316.

4) W. Kohlmann, diese Zeitschr. 1895, 24, 350.

Selbst an Krystallen, die sonst glänzend und von gut ausgebildeten, schönen Flächen begrenzt sind, ist die Basis öfters matt und gibt am Goniometer einen verschwommenen Reflex. In untergeordneter Menge findet man auch in Pitkäranta Zinnsteine, die eine ganz kleine Basis zeigen, oder solche, bei denen die Basis vollständig fehlt.

$e = 10(101)$. Die domatische Pyramide $e = 01$ spielt eine fast ebenso große Rolle für die Endbegrenzung der Kassiteritkrystalle wie die Basis. Sie ist immer eben und glänzend. Das gewöhnliche Größenverhältnis zwischen dieser Form und den andern Pyramiden ist aus Fig. 4 bis 4 ersichtlich.

$s = 1(111)$. Die Grundpyramide s steht an Größe immer hinter e zurück, was aber nicht hinsichtlich ihrer Häufigkeit gesagt werden darf. Auch s ist eben, gut spiegelnd und frei von Streifung.

$p = \frac{1}{2}(114)$. Eine stumpfe Pyramide $p = \frac{1}{2}$, welche bis jetzt nicht an Krystallen von anderen Fundorten beobachtet wurde, ist oft am Zinnstein von Pitkäranta ausgebildet. Diese Form, welche ich nur zusammen mit C sah, hat immer ganz kleine Flächen wie in Fig. 4. Diese sind eben und glatt und geben schöne Reflexe, wenn sie nur nicht allzu klein sind. Die Messung von zehn im Beobachtungsjournal mit »gut« bezeichneten Flächen führte zu folgenden Mittelwerten:

Gemessen: $\varphi \varrho = 44^{\circ}55'$, $43^{\circ}22'$

Berechnet: $\varphi \varrho = 45^{\circ}$, $43^{\circ}22'$.

$y = \frac{2}{3}(335)$. Am Krystall Nr. 7 ist die Kante $t:c = 1\frac{1}{3}:01$ durch eine schmale aber glänzende und ebene, leistenförmige Fläche abgestumpft. Diese liegt in der Radialzone durch s . Ihr Reflex war deutlich.

Gemessen wurde: $\varphi = 44^{\circ}50'$ $\varrho = 29^{\circ}51'$,
gegen berechnete $\varphi = 45^{\circ}$ $\varrho = 29^{\circ}42'$.

Das Symbol der Fläche ist sowohl durch diese Messung als durch die Zonenverbände zu $\frac{2}{3}$ bestimmt worden. Diese Form ist von Phillips¹⁾ an Cornischem Nadelzinn entdeckt und scheint auch dort sehr selten zu sein.

$d = \frac{2}{3}(223)$. An demselben Krystall, der die oben beschriebene Form y zeigt, bemerkt man auf einer Kante zwischen zwei großen t -Flächen eine langrectanguläre Fläche (vgl. Fig. 2, Vorderseite). Der Parallelismus der Kanten war deutlich zu sehen, sowohl in der Zone $t:t$ als in der Radialzone $c:s:m$. Eine zweite Fläche derselben Form liegt zwischen y und s und ist kleiner als y . Auch am Krystall Nr. 8 tritt eine sehr kleine Fläche an der Kante zwischen zwei t -Flächen auf. Die Messungen zeigen deutlich, daß wir hier die Form $\frac{2}{3}$ vor uns haben.

1. W. Phillips, Mineralogy, 3. Aufl., London 1823.

Nr.	Reflex	Gemessen		Berechnet
		φ ¹⁾	ϱ	
7 13	deutlich	44°50'	32°49'	$\varphi = 45^\circ$
7 15	"	44 50	32 32	$\varrho = 32^\circ 22'$
8 9	"	44 47	32 37	

Eine Fläche dieser Form wird von Gadolin erwähnt. Es ist von besonderem Interesse, daß eine y -Fläche neben einer d -Fläche vorkommt, denn dadurch ist am deutlichsten bewiesen, daß hier wirklich zwei verschiedene Formen auftreten, die sehr nahe aneinander liegen; der Winkel $y:d$ beträgt nur $2^\circ 40'$.

$\varphi = \frac{1}{2}$ (552). Die Kante $s:m$ ist nicht gerade selten von einer schmalen leistenförmigen Facette abgestumpft. Diese Fläche sieht oft für das bloße Auge ziemlich eben aus, liefert aber am Goniometer nur in Ausnahmefällen einen einheitlichen, guten Reflex, der dann auch genau an dem für $\frac{1}{2}$ berechneten Orte sitzt. Sonst setzt sich die Fläche aus Vicinalen zusammen, welche statt $\varphi = 45^\circ$, welcher Wert der Form $\frac{1}{2}$ zukommt, ein φ zwischen 43° und 45° ergeben; der Wert für ϱ bleibt immer in der Nähe von dem theoretischen, $67^\circ 14'$. Diese Form scheint in ähnlich schlechter Ausbildung an den Cornwaller Zinnerzen aufzutreten, was man aus den Beschreibungen von Phillips²⁾ und Solly³⁾ herauslesen kann. Die seltneren, einfachen Reflexe gestatteten folgende Winkelbestimmungen:

Nr.	Reflex	Gemessen		Berechnet
		φ	ϱ	
2 10	deutlich	44°37'	67°25'	$\varphi = 45^\circ$ $\varrho = 67^\circ 14'$
4 21	"	44 46	67 15	
4 26	schwach	44 58	67 19	
4 32	deutlich	44 49	67 4	
4 38	gut	44 29	67 11	
12 18	schwach	44 45	67 12	

Die Übereinstimmung zwischen Messung und Berechnung ist befriedigend.

$t = \frac{1}{3}$ (133). Die ditetragonale Pyramide $\frac{1}{3}$ ist an den Pitkäranta-krystallen selten. Am Krystall Nr. 7 gelangt sie mit drei großen Flächen

1) Hier, wie bei den folgenden Winkelangaben, bezeichnet φ den Winkel zwischen der betreffenden Fläche und dem nächsten berechneten 90°-Meridian.

2) W. Phillips, Trans. of the Geological Society 1814, 2, 336.

3) R. H. Solly, The Mineralogical Magazine 1894, 9, 199. Ref. diese Zeitschr. 22, 303.

zur Ausbildung, wie aus Fig. 2 ersichtlich ist. Krystall Nr. 8 zeigt eine Fläche dieser Form, die schwach convex ist und keinen einheitlichen Reflex gab. Die Form $\frac{1}{2}1$ ist mehrfach an sächsischen Zinnerzen beobachtet. Die Flächen am Krystall 7 gaben folgende Werte, die gut mit den berechneten übereinstimmen:

Nr.	Reflex	Gemessen		Berechnet
		φ	ρ	
7 8	deutlich	18° 19'	35° 36'	$\varphi = 18° 26'$
7 9	schwach	18 30	35 23	$\rho = 35 49$
7 10	deutlich	18 18	35 35	

$z = 23$ (231). Fast an jedem Krystall findet man eine oder mehrere Flächen der Form $z = 23$. Ihre Größe ist sehr wechselnd, doch immer geben sie gute Reflexe. Auffallend erscheint es, daß die z -Flächen vollständig eben sind, auch wo sie an der Kante zwischen einer matten Basis und den stark gewölbten Prismen auftreten. Die Form ist häufig sowohl an dem Kassiterit von Pitkäranta wie an Krystallen von anderen Fundstätten, so daß eine Bestätigung durch Angabe der gemessenen Winkel überflüssig erscheint. Die ausgezeichnete Entwicklung von z entspricht der bevorzugten Rolle, die diese Form in der Formenentwicklung des Kassiterites spielt, was auch die z -Flächen im Projektionsbilde als Endpunkte und Kreuzungspunkte von Zonen erscheinen läßt.

$C = \frac{1}{2}\frac{1}{2}$ (1.3.12). Eine sehr flache ditetragonale Form ist an solchen Pitkärantakrystallen, die sich überhaupt durch einen größeren Formenreichtum auszeichnen, recht häufig. Sie wurde zuweilen vollzählig oder doch mit vielen Flächen beobachtet. Gern tritt sie mit $p = \frac{1}{2}$ zusammen auf. Die Form $\frac{1}{2}\frac{1}{2}$ ist öfters parallel der Combinationskante mit p gestreift, wodurch im Goniometer ein feiner Lichtstreifen hervorgerufen wird, der die Reflexpunkte der C -Flächen mit denen der Form p verbindet. Die Form C ist so gewöhnlich, daß sie eigentlich keiner weiteren Belege bedarf. Trotzdem dürfte es von Interesse sein, wegen ihrer hohen Symbolzahlen und weil sie bis jetzt von keinem anderen Fundorte bekannt ist, als von Pitkäranta, die Ergebnisse ihrer Messungen am Goniometer anzuführen.

(Hierher die Tabelle auf S. 5 oben.)

Die Gruppe der steilen achtseitigen Pyramiden. An einigen Krystallen von Pitkäranta bemerkt man auf der Kante zwischen den flachen Pyramiden s , c oder t und den Prismen kleine Flächen, welche einer Reihe von spitzen Formen angehören. Unter diesen befinden sich die von Gado-
lin u , u_1 , u_2 , u_3 genannten Formen. Trotzdem man allen Grund hat, den Angaben dieses gewissenhaften Beobachters volles Vertrauen entgegenzu-

Nr.	Reflex	Gemessen		Berechnet
		φ	ϱ	
1	deutlich	18° 12'	100 9'	$\varphi = 180 26'$ $\varrho = 10 3$
1	"	18 37	9 57	
3	gut	19 4	10 7	
3	deutlich	18 11	9 51	
4	"	18 50	9 59	
4	"	18 40	10 3	
4	"	18 34	10 7	
4	"	18 5	10 3	
8	"	18 33	9 56	
9	gut	18 34	10 4	

bringen, ist eine Bestätigung seiner Angaben wegen der hohen Symbolzahlen, welche diesen Formen zukommen, doch erwünscht. Durch meine Messungen wurden die Angaben von Gadolin durchweg bestätigt, doch kamen mit Hilfe des verfeinerten Instruments noch neue Formen hinzu, so daß jetzt außer den Formen α und β , die auch an Kassiterit von anderen Fundorten beobachtet worden sind, unter diesen steilen Flächen nicht weniger als zehn verschiedene ditetragonale Pyramiden erkannt sind. Durch Discussion der Zahlenreihen gelang es, den Zusammenhang dieser Formen zu finden und zu zeigen, daß die scheinbar so verwickelten Symbolzahlen in einem einfachen Verhältnis zu einander stehen.

Die Pyramiden der Zone $\alpha : a$. In der Zone $\alpha : a$ sind die Flächen meistens einheitlich und gegeneinander gut begrenzt, doch kommt in einigen wenigen Fällen eine Streifung vor, die durch abwechselnde Wiederholung zweier benachbarter Formen hervorgerufen wird. Die Begrenzung gegen die flachen Pyramiden und gegen die Prismen ist immer scharf. Leider sind die Prismen gestreift und auch häufig gewölbt, so daß aus dem Kantenparallelismus die Zonenverbände zwischen den Prismen und den steilen Pyramiden nicht mit Sicherheit zu ermitteln sind. Sind die Flächen der Zone $\alpha : a$ genügend groß ausgebildet, um überhaupt deutliche Lichtreflexe am Goniometer zu liefern, so geben sie auch einheitliche Reflexe und zeigen dadurch, daß die in der Prismenzone herrschende Flächenwölbung hier nicht mehr vorhanden ist. In der Tabelle auf S. 6 oben sind die hierher gehörenden Beobachtungen zusammengestellt.

$H = 12(8.13.4)$. Die Form 21^3 ist nur durch eine einzige Fläche repräsentiert, die, obgleich sehr klein, dennoch am Goniometer gute Umrisse erkennen ließ und einen einfachen, wenn auch lichtschwachen Reflex ergab, der eine genaue Einstellung erlaubte.

$K = 21^0(6.10.3)$. Zwei Flächen, die eine am Krystall Nr. 3, die andere am Krystall Nr. 12, gaben Winkelwerte, die genau mit den für 21^0

Buchst.	Gdt.	Miller	Nr.	Reflex	Gemessen		Berechnet	
					φ	ϱ	φ	ϱ
<i>H</i>	$2\frac{1}{2}$	8.13.4	7 23	deutlich	34° 36'	68° 36'	34° 36'	68° 42'
<i>K</i>	$2\frac{1}{2}$	6.10.3	$\left\{ \begin{array}{l} 3 \ 19 \\ 12 \ 12 \end{array} \right.$	$\left\{ \begin{array}{l} \text{,,} \\ \text{,,} \end{array} \right.$	$\left\{ \begin{array}{l} 30 \ 59 \\ 30 \ 57 \end{array} \right.$	$\left\{ \begin{array}{l} 69 \ 10 \\ 69 \ 2 \end{array} \right.$	$\left\{ \begin{array}{l} 30 \ 59 \\ 69 \ 4 \end{array} \right.$	
<i>L</i>	$2\frac{1}{2}$	472	$\left\{ \begin{array}{l} 7 \ 28 \\ 3 \ 21 \\ 7 \ 37 \\ 3 \ 10 \\ 12 \ 25 \\ 12 \ 11 \\ 12 \ 15 \end{array} \right.$	$\left\{ \begin{array}{l} \text{,,} \\ \text{schwach} \\ \text{,,} \\ \text{deutlich} \\ \text{ausg.} \\ \text{gut} \\ \text{,,} \end{array} \right.$	$\left\{ \begin{array}{l} 30 \ 18 \\ 29 \ 53 \\ 29 \ 50 \\ 29 \ 50 \\ 29 \ 45 \\ 29 \ 54 \\ 29 \ 39 \end{array} \right.$	$\left\{ \begin{array}{l} 69 \ 80 \\ 69 \ 86 \\ 69 \ 46 \\ 69 \ 53 \\ 69 \ 41 \\ 69 \ 35 \\ 69 \ 52 \end{array} \right.$	$\left\{ \begin{array}{l} 29 \ 45 \\ 69 \ 45 \end{array} \right.$	
<i>M</i>	$2\frac{1}{2}$	8.15.4	$\left\{ \begin{array}{l} 12 \ 14 \\ 10 \ 24 \\ 8 \ 23 \end{array} \right.$	$\left\{ \begin{array}{l} \text{deutlich} \\ \text{,,} \\ \text{,,} \end{array} \right.$	$\left\{ \begin{array}{l} 28 \ 34 \\ 28 \ 5 \\ 28 \ 2 \end{array} \right.$	$\left\{ \begin{array}{l} 70 \ 26 \\ 70 \ 13 \\ 70 \ 45 \end{array} \right.$	$\left\{ \begin{array}{l} 28 \ 4 \\ 70 \ 40 \end{array} \right.$	
<i>N</i>	24	241	12 16	schwach	27 9	71 18	26 34	71 36
<i>P</i>	$2\frac{1}{2}$	492	$\left\{ \begin{array}{l} 3 \ 20 \\ 3 \ 26 \\ 12 \\ 12 \end{array} \right.$	$\left\{ \begin{array}{l} \text{,,} \\ \text{,,} \\ \text{deutlich} \\ \text{,,} \end{array} \right.$	$\left\{ \begin{array}{l} 24 \ 16 \\ 24 \ 12 \\ 24 \ 11 \\ 24 \ 11 \end{array} \right.$	$\left\{ \begin{array}{l} 73 \ 40 \\ 73 \ 15 \\ 73 \ 15 \\ 73 \ 6 \end{array} \right.$	$\left\{ \begin{array}{l} 23 \ 58 \\ 73 \ 12 \end{array} \right.$	

berechneten übereinstimmen. Die Fläche *K* an Nr. 3 war größer als viele andere der meßbaren Pyramidenflächen desselben Krystalls. Sie grenzt mit scharfen Linien gegen $2\frac{1}{2}$ und z , so daß der Kantenparallelismus deutlich zu sehen ist. Die beiden anderen Seiten ihrer Begrenzung sind nicht parallel. Die Fläche des Krystalls Nr. 12 ist abgebildet in Fig. 4, wo sie auf der Rückseite des Krystalls liegt.

$L = 2\frac{1}{2}$ (472). Es wurden im ganzen sieben Flächen der Form $2\frac{1}{2}$ beobachtet. Die Fläche Nr. 28 am Krystall Nr. 7 liegt zwischen einer z -Fläche und einer Fläche $2\frac{1}{2}$, wie in Fig. 2 dargestellt ist. Die Fläche Nr. 33 grenzt gegen einen abgebrochenen Teil des Krystalls. Die Fläche Nr. 24 am Krystall Nr. 3 bildet ein kleines, spitzes Dreieck, die Fläche Nr. 40 desselben Krystalls ein unregelmäßiges, längliches Viereck. Am Krystall Nr. 12 sind drei *L*-Flächen vorhanden, wie aus Fig. 4 ersichtlich ist. Die Form war hier relativ groß ausgebildet und sowohl die Oberflächen- wie die Signalbilder dieser Flächen waren von tadelloser Beschaffenheit.

$M = 2\frac{1}{2}$ (8.15.4). Am Krystall Nr. 12 ist die Form $2\frac{1}{2}$ mit einer Fläche in Erscheinung getreten. Aus dem Kantenparallelismus kann man schließen, daß sie in der Zone zwischen $2\frac{1}{2}$ und $2\frac{1}{2}$ liegt. Sie ist auf der Rückseite in Fig. 4 eingezeichnet. Die Fläche Nr. 25 des Krystalls Nr. 10 ist ein kleines Dreieck, dessen eine Seite an eine z -Fläche grenzt. Noch eine Fläche mit dem Symbol $2\frac{1}{2}$ tritt am Krystall Nr. 8 in Form eines

langen Dreieckes auf und ist sogar größer als die α -Flächen desselben Krystalls.

$N = 24$ (241). Der Krystall Nr. 12 trägt die einzige Fläche der Form 24, die an den von mir untersuchten Kassiteriten beobachtet wurde. Diese sehr schmale Fläche liegt so zwischen einer M - und einer P -Fläche, daß sie dieselben in parallelen Kanten schneidet, so wie das Bild der Fläche in Fig. 4 zeigt.

$P = 2\frac{3}{2}$ (492). Die Flächen der Form $2\frac{3}{2}$ Nr. 20 und Nr. 25 am Krystall Nr. 3 sind zwei ganz winzige Dreiecke, die wegen ihrer Kleinheit nur lichtschwache Reflexe geben konnten, die immerhin nicht verschwommen waren. Die beiden P -Flächen des Krystalls Nr. 12 sind möglichst naturgetreu in Fig. 4 wiedergegeben und können darum eine weitere Beschreibung entbehren.

Die Diskussion der Zone $\alpha : a$. Das Zonenstück zwischen α und a gibt eine Reihe, die bei der rechnerischen Discussion nach Goldschmidts¹⁾ Vorgang sich folgendermaßen darstellt:

Buchst.:	α	H	K	L	M	N	P	a
pq	23	$2\frac{1}{4}$	$2\frac{1}{3}$	$2\frac{7}{2}$	$2\frac{1}{4}$	24	$2\frac{3}{2}$	0∞
q	3	$\frac{1}{4}$	$\frac{1}{3}$	$\frac{7}{2}$	$\frac{1}{4}$	4	$\frac{3}{2}$	∞
$p-3$	0	$\frac{1}{4}$	$\frac{1}{3}$	$\frac{1}{2}$	$\frac{3}{4}$	1	$\frac{3}{2}$	∞
$2v^2)$	0	$\frac{1}{2}$	$\frac{2}{3}$	1	$\frac{3}{2}$	2	3	∞

Durch diese Umformung wird die ursprünglich sehr compliciert aussehende Reihe klar und verständlich. Sie erscheint als eine Normalreihe N_3 , in der nur das Glied $\frac{1}{2}$ fehlt.

Fassen wir unsere Betrachtungen über die Formen des Zonenstückes αa zusammen, so kommen wir zu dem Schluß, daß die angeführten Formen als typische, ihre Symbole als gesichert anzusehen sind. Dafür sprechen bestimmend folgende Argumente:

1. Die Formen treten als gut begrenzte Flächen auf.
2. Die beobachteten Winkel stimmen genügend mit den berechneten überein.
3. Die Symbole bilden eine angenähert vollständige Normalreihe.
4. Es sind in der Zone keine Flächen, die eventuell eine Zwischenstellung zwischen den beschriebenen Formen einnehmen sollten, beobachtet worden.

Pyramide der Zone $\alpha : \alpha$. Zur Messung boten sich eine große Anzahl Flächen, die der Zone $\alpha \theta \alpha$ angehören. Wie schon bei Besprechung

¹⁾ Diese Zeitschr. 1897, 28, 1.

²⁾ Die Werte α der vorhergehenden Reihe wurden mit 2 multipliziert, um die am besten ausgebildete und am häufigsten vorkommende Form L als Dominante = 1 zu erhalten.

der Form \mathfrak{S} gesagt wurde, ist in dieser Zone eine Vicinalbildung in der Nähe von $\frac{1}{2}$ häufig; d. h. es treten hier oft Facetten schwankender Position auf, deren φ im Maximum 2° von 45° abweicht. Außer den genannten Vicinalen gibt es in der Zone wirkliche typische Formen, die folgende Messungen gestatteten:

Buchst.	Gdt.	Miller	Nr.	Reflex	Gemessen		Berechnet	
					φ	ϱ	φ	ϱ
R	$\frac{1}{2}\frac{1}{2}$	13.17.6	12 23	deutlich	36° 55'	67° 20'	37° 24'	67° 22'
			3 6	gut	37 9	67 20		
			7 34	deutlich	37 19	67 20		
			12 24	ausg.	37 28	67 23		
			12 19	"	37 29	67 25		
			12 6	"	37 34	67 19		
			12 7	gut	37 32	67 18		
			3 24	"	37 38	67 21		
S	$\frac{1}{2}\frac{1}{2}$	11.14.5	3 16	deutlich	37 55	67 20	38 9	67 20
			4 30	"	38 11	67 16		
			4 24	"	38 15	67 22		
			4 34	"	38 19	67 16		
			4 34	gut	38 27	67 16		
u	$\frac{1}{2}\frac{1}{2}$	16.19.7	4 30	deutlich	39 42	67 9	40 6	67 17
			12 6	ausg.	40 2	67 26		
			3 15	gut	39 55	67 17		
T	$\frac{1}{2}\frac{1}{2}$	783	7 26	deutlich	44 7	67 15	44 11	67 14
			3 2	gut	44 12	67 29		

$R = \frac{1}{2}\frac{1}{2}$ (13.17.6). Die Form R ist am Krystall Nr. 12 mit nicht weniger als fünf Flächen entwickelt, die sämtlich gut begrenzt und eben sind und gute Reflexe geben. Aus Fig. 4 ist ihre Form und ihre relative Größe ersichtlich. Die Fläche Nr. 6 am Krystall Nr. 3 ist ein kleines Dreieck; die Fläche Nr. 24 an demselben Krystall ist deutlich trapezförmig begrenzt. Letztere liegt zwischen einer α -Fläche und einer β -Fläche, die ausnahmsweise nicht Vicinalbildung zeigt. Fläche Nr. 34 des Krystalls Nr. 7 ist ein längliches Fünfeck. Sie zerfällt in zwei Facetten, die jedoch nur um $20'$ voneinander absteigen und beide dasselbe ϱ haben. In der Tabelle wurde nur der stärkere Reflex aufgenommen.

$S = \frac{1}{2}\frac{1}{2}$ (11.14.5). Am Krystall Nr. 3 liegt zwischen einer α -Fläche und einer Fläche $\frac{1}{2}\frac{1}{2}$ eine Fläche der Form $\frac{1}{2}\frac{1}{2}$, die gegen beide scharf begrenzt ist, so daß der Zonenverband deutlich hervortritt. Am Krystall Nr. 4 hat die Form S ihre größte Entwicklung mit vier Flächen. Die Flächen Nr. 30, 34 und 34 sind hinsichtlich ihrer Ausbildung wie ihrer Umgrenzung vollständig einwandfrei. Fläche Nr. 24 wird von zwei Facetten gebildet, die beide in der Zone $\alpha:\alpha$ liegend für φ $38^\circ 15'$ bzw. $38^\circ 5'$ ergaben.

$u = \frac{1}{2} \frac{1}{2}$ (16.19.7). Sowohl der Krystall Nr. 4 wie die Krystalle Nr. 3 und 13 haben je eine Fläche der Form $\frac{1}{2} \frac{1}{2}$. Diese Flächen haben eine scharfe Begrenzung mit geraden Kanten. Ihre Messung ergibt unzweideutig das Symbol $\frac{1}{2} \frac{1}{2}$. Auf Grund der Einfachheit der Symbolzahlen sowie der unten gegebenen Discussion der Zahlenreihen wäre statt $\frac{1}{2} \frac{1}{2}$ das Symbol $\frac{1}{4} \frac{1}{4}$ zu erwarten. Für diese Form ist φ gleich $39^\circ 17'$, welcher Wert jedoch nicht so gut mit den gemessenen Werten übereinstimmt, daß man die beobachteten Flächen für diese Form halten könnte.

$T = \frac{7}{3}$ (783). Die Fläche Nr. 26 am Krystall Nr. 7 ist in Fig. 4 abgebildet. Sie ist eben und gibt einen brauchbaren Reflex, obgleich sie an eine sehr stark gestreifte Prismenfläche anliegt. Die Fläche Nr. 2 am Krystall Nr. 13 erweist sich als eine ebene Krystallfläche mit vier scharfen Umgrenzungslinien.

Diskussion der Zone $z:z$. Gadolin hat in der Zone $z\vartheta z$ die Formen $\frac{1}{3} \frac{1}{3}$ und $\frac{1}{2} \frac{1}{2}$ bestimmt, und die vorliegende Untersuchung hat seine Beobachtungen nur bestätigen können. Durch die vorhergehenden Beschreibungen der Einzelflächen, sowie durch die Messungen ist deutlich gemacht, daß auch die Formen $\frac{1}{2} \frac{1}{2}$ und $\frac{7}{3} \frac{2}{3}$ als gesichert anzusehen sind. Sämtliche Formen der Zone geben bei rechnerischer Discussion folgende Reihe:

Buchst.:	z	R	S	u	T	ϑ
pq	23	$\frac{1}{3} \frac{1}{3}$	$\frac{1}{2} \frac{1}{2}$	$\frac{1}{2} \frac{1}{2}$	$\frac{7}{3} \frac{2}{3}$	$\frac{5}{3}$
$p - 2$	0	$\frac{1}{3}$	$\frac{1}{2}$	$\frac{1}{2}$	$\frac{1}{3}$	$\frac{1}{3}$
$2v$	0	$\frac{1}{3}$	$\frac{2}{3}$	$\frac{1}{2}$	$\frac{2}{3}$	1
$\frac{v}{1-v}$	0	$\frac{1}{2}$	$\frac{2}{3}$	$\frac{1}{2}$	2	∞

Statt der Zahl $\frac{1}{2}$ wäre in der letzten Zeile zu erwarten 1, die fehlende Dominante, was dem Flächensymbol $\frac{1}{4} \frac{1}{4}$ entsprechen würde. Mit dieser Veränderung wäre die Reihe normal:

$$0 \quad \frac{1}{2} \quad \frac{2}{3} \quad 1 \quad 2 \quad \infty.$$

Es wurde jedoch oben darauf hingewiesen, daß die Messung mit $\frac{1}{4} \frac{1}{4}$ nicht übereinstimmt. Vielleicht werden spätere Untersuchungen die zu erwartende Form $\frac{1}{4} \frac{1}{4}$ auffinden, oder es läßt sich der Grund dieser ungewöhnlichen Reihe erkennen.

Die Prismen. Die Prismenzone des Kassiterit von Pitkäranta ist immer gestreift; in ihr sind indes einheitliche und ebene Flächen weit seltener als gewölbte oder facettierte. Für goniometrische Messung und für Constatierung der typischen Prismenformen des Minerals erscheint dieses Vorkommen wenig geeignet. Für das Studium von Krümmungserscheinungen dagegen bietet gerade diese Ausbildung der Prismenzone des Interessanten genug. Da ich sie in der nächsten Zeit von diesem Gesichts-

punkte aus näher betrachten werde, möchte ich mich für jetzt auf einige wenige Angaben beschränken. Bis jetzt bestimmte ich von Prismen von wirklicher typischer Ausbildung nur die Formen: $a = \infty 0 (100)$, $m = \infty (110)$, $h = \infty 2 (420)$, $r = \infty \frac{2}{3} (230)$ und $k = \infty \frac{1}{3} (340)$. Die Form ∞ ist meistens durch Vicinalen ersetzt. Die Form $\infty \frac{1}{3}$ ist öfters gewölbt. $\infty 0$ und $\infty \frac{2}{3}$ sind dagegen in der Regel eben und geben scharfe Reflexe. Die Form $\infty 2$, die an Kassiterit von vielen anderen Fundstätten häufig ist, ist bei Kassiterit von Pitkäranta so selten, daß ich nur zwei ganz schmale Flächen davon gesehen habe. Gadolin führt außer den eben genannten Prismenformen noch ein Prisma $\infty \frac{1}{3} (13.14.0)$ unter den an Kassiterit von Pitkäranta bestimmten Formen auf. Dieses Prisma ist nur $2^\circ 7'$ von ∞ entfernt und ist daher möglicherweise eine Vicinale von ∞ . Die Vicinalflächen auf ∞ sind bisher noch nicht genügend untersucht, um sie zuverlässig discutieren zu können; immerhin dürfte es ratsam erscheinen, die Form $\infty \frac{1}{3}$ vorläufig nicht als eine typische aufzufassen. Als wahrscheinlich hat Gadolin die von ihm gemessenen Formen $\infty \frac{1}{3}$, $\infty \frac{1}{6}$, $\infty \frac{2}{3}$, $\infty \frac{1}{2}$, $\infty \frac{5}{6}$, $\infty \frac{1}{4}$, $\infty \frac{3}{4}$, $\infty \frac{1}{12}$ und $\infty \frac{11}{12}$ bezeichnet. Nach seiner Beschreibung befinden sich einige derselben an concaven, mit Facetten besetzten Partien. Auch die anderen sind mit gewölbten Flächen und mit Krümmungen vergesellschaftet. Es ist daher nicht unwahrscheinlich, daß sie alle Teile eines Krümmungszuges sind.

Weitere Formen. Gadolin gibt für Zinnstein von Pitkäranta die Pyramide $\frac{7}{7}$ an. Doch kann diese Form unter die gesicherten Kassiteritformen nicht aufgenommen werden, indem Gadolin selbst die hierhergehörigen Flächen als nur »ziemlich meßbar« beschrieben hat. Er bestimmte weiter die Form $7 \{774\}$, die von Nordenskiöld angezweifelt wurde und die Nordenskiöld durch die Form $5 \{554\}$ ersetzen wollte. Es ist auffallend, daß Solly an Cornwallier Zinnerz weder 7 noch 5 gefunden hat, sondern den Mittelwert 6 als an Cornwallier Zinnerzen häufig und bisweilen groß bezeichnet. Nordenskiöld gibt für die Form 5 keine näheren Angaben. Gadolin dagegen beschreibt Krümmungen in der Umgebung von 7. Nach Phillips und Solly sind auch an Cornwallier Zinnstein Wölbungen nicht selten, die von der Prismenzone und besonders von $m = \infty$ ausgehend sich weit hinauf gegen x oder gegen ϑ erstrecken. Die Formen 7 und 5 scheinen also weiterer Bestätigung bedürftig zu sein.

(Hierher die Tabelle auf S. 44 oben.)

Bestimmung des Elements $p_0 = c$. Aus den ϱ -Werten für 22 c -Flächen, die so groß und so gut ausgebildet waren, daß sie mit Anwendung des vergrößernden Okulars gute Reflexe gaben, wurde als Mittel erhalten:

$$\varrho_c = 33^\circ 54' 35''.$$

Die Fläche s gab als Mittel aus 23 ebenso guten Messungen die Pol-
distanz

$$\varrho_s = 43^\circ 33' 3''.$$

Am Kassiterit von Pitkäranta beobachtete Formen.

Buchstabe	Beobachtet von			Anmerkungen
	Gdt.	Miller	Gadolin Norden- skiöld Borg- ström	
c	0	004	+	häufig
a	000	400	+	"
m	00	440	+	häufig; meist uneben
r	00 ³	230	+	häufig
k	00 ³	340	+	nicht häufig; meist gewölbt
h	00 ³	420	.	selten
e	04	404	+	häufig
s	4	444	+	"
t	$\frac{1}{3}4$	433	+	selten
p	$\frac{1}{3}$	444	+	nicht selten
y	$\frac{2}{3}4$	333	.	selten
d	$\frac{1}{3}4$	223	+	"
ø	$\frac{5}{3}$	552	+	häufig; meist uneben
z	$\frac{2}{3}$	234	+	häufig
C	$\frac{1}{3}\frac{1}{3}$	4.3.42	+	nicht selten
H	$2\frac{1}{3}$	8.43.4	.	selten
K	$2\frac{1}{3}0$	6.40.3	.	"
L	$2\frac{1}{3}$	472	+	"
M	$2\frac{1}{3}$	8.45.4	.	selten
N	24	244	.	"
O	2 $\frac{2}{3}$	492	+	"
R	$\frac{1}{3}\frac{1}{3}\frac{1}{3}$	43.47.6	+	selten
S	$\frac{1}{3}\frac{1}{3}\frac{1}{3}$	44.44.5	.	"
u	$\frac{1}{3}\frac{1}{3}\frac{1}{3}$	46.49.7	+	"
T	$\frac{1}{3}\frac{1}{3}$	783	.	selten

Diese Winkelwerte geben beide übereinstimmend

$$p_0 = 0,6722.$$

Für einen tetragonalen Krystall ist $p_0 = c$, also $a:c = 1:0,6722$. Dieses Axenverhältnis stimmt sehr nahe überein mit dem Axenverhältnis, das Becke an einem Kassiteritkrystall von Graupen erhielt, $a:c = 1:0,67232$. Nordenskiöld gibt für Kassiterit von Pitkäranta $a:c = 1:0,67476$, doch dürfte obige hiervon nur wenig abweichende Zahl $1:0,6722$ als die genauere anzusehen sein.

Zwillinge. Zwillinge sind beim Kassiterit von Pitkäranta selten. Wo sie auftreten, sind sie von einem ganz anderen Habitus als die Visierzwillinge der böhmisch-sächsischen Vorkommen, obgleich das Zwillingsgesetz das gewöhnliche ist, also $c = 01$ die Zwillingsebene. Die Individuen der

Zwillinge von Pitkäranta sind langsäulenförmig. Sie treten zusammen zu knieförmigen Zwillingengebilden oder in der Weise, daß es scheint, als sei an einem größeren Individuum eine seitliche Sprosse entstanden. Bei den Kniezwillingen ist die Zwillingsebene auch Verwachsungsebene, so daß die Prismenaxen der Zwillingsebenen einen stumpfen Winkel miteinander bilden. Ein Drilling gelangte zur Messung. Er ist aus zwei größeren und einem kleineren Individuum aufgebaut. Die beiden größeren, langsäuligen Krystalle stoßen unter $112^{\circ}42'$ gegeneinander. An dem einen hat sich ein kleineres Individuum angesetzt, so wie die Abbildung Fig. 4 zeigt. Alle drei Krystalle haben eine a -Fläche gemeinsam. Gadolin beschreibt einen Zwilling, der eine sonderbare Formencombination zeigt: c und x mit r . Es ist auffallend, daß das eine Ende des Zwillings in Fig. 3 auch von dieser Combination begrenzt ist.

Winkeltabelle

für die Formen des Kassiterits von Pitkäranta, die nicht in den Winkeltabellen von Goldschmidt aufgenommen sind.

Buchst.	Gdt.	Miller	φ	ϱ	ξ_0	η_0	ξ	η	x	y	d
<i>H</i>	$2\frac{1}{2}$	8.13.4	34°36'	68°42'	53°21'	65°24'	29°43'	52°34'	4,3446	2,1850	2,5648
<i>K</i>	$2\frac{1}{3}$	6.10.3	30 59	69 4	"	65 57	28 44	53 12	"	2,2440	2,6441
<i>L</i>	$2\frac{1}{2}$	472	29 45	69 45	"	66 59	28 28	54 33	"	2,3530	2,7106
<i>M</i>	$2\frac{1}{2}$	8.15.4	28 4	70 40	"	68 22	26 21	56 22	"	2,5222	2,8503
<i>N</i>	$2\frac{1}{4}$	241	26 34	71 36	"	69 36	25 7	58 4	"	2,6892	3,0061
<i>P</i>	$2\frac{1}{2}$	492	23 58	73 12	"	74 42	22 53	61 4	"	3,0246	3,3122
<i>R</i>	$\frac{1}{2} \frac{1}{2}$	13.17.6	37 24	67 22	35 32	62 18	34 6	47 10	4,4566	1,9049	2,3984
<i>S</i>	$\frac{1}{2} \frac{1}{2}$	14.44.5	38 9	67 20	55 56	62 1	34 42	46 31	4,4793	1,8824	2,3945
<i>u</i>	$\frac{1}{2} \frac{1}{2}$	16.19.7	40 6	67 16	56 57	61 17	36 27	44 52	4,5367	1,8242	2,3867
<i>T</i>	$\frac{1}{3} \frac{2}{3}$	7.8.3	41 9	67 44	57 29	60 51	37 24	43 58	4,5687	1,7928	2,3828

Es sei dem Verf. erlaubt, Herrn Prof. Goldschmidt, in dessen Laboratorium vorliegende Arbeit ausgeführt ist, für seine liebenswürdige Unterstützung den herzlichsten Dank auszusprechen.

Heidelberg, Mai 1904.

II. Grundlagen einer neuen Theorie der Krystallstructur.

Von

A. Nold in Diez a. d. Lahn.

Erste Abhandlung.

(Hierzu Tafel II und 5 Textfiguren.)

Ausgehend von der Annahme, daß die Lage der als Punkte gedachten Bausteine der krystallographischen Punktsysteme eine Folge der zwischen denselben wirkenden Kräfte ist, liegt der folgenden Untersuchung folgende Voraussetzung über den Baustein selbst zugrunde: Wir denken uns den Baustein als Kugel, auf deren Oberfläche acht — wegen der Einteilung des Raumes in acht Oktanten — gleichwertige Punkte, in denen die Anziehungskraft am stärksten sich äußert. Die Lage dieser acht Punkte ist damit bestimmt als in den Eckpunkten des in die Kugel eingelegten Hexaëders; die Richtung der wirkenden Kräfte, die Verbindungslinien des Mittelpunktes mit den Eckpunkten des Hexaëders, ist dadurch festgelegt. Die Bindung zweier Bausteine wird bewerkstelligt durch Absättigen zweier entgegengesetzt gerichteter Kräfte nach den Prinzipien der Mechanik der Kräfte. Diese Absättigung ist am vollständigsten, wenn die Mittelpunkte zweier gebundener Bausteine mit dem gemeinsamen Berührungspunkte in eine Gerade fallen. Berücksichtigen wir nicht die Intensität der Kräfte, dargestellt durch die Größe einer Strecke, so werden wir auch nicht die Frage über den wirklichen Abstand der Mittelpunkte zweier benachbarter Bausteine zu untersuchen haben. Praktisch erscheint dann der Baustein als Hexaëder, die Richtung der wirkenden Kräfte sind die Körperdiagonalen. Die Bindung zweier solcher Hexaëder wird durch Anlagerung derselben bewerkstelligt, derart, daß der gemeinsame Eckpunkt mit den Mittelpunkten in eine Gerade fällt.

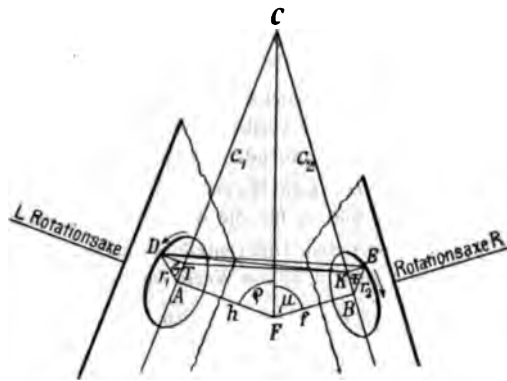
Unter dieser Voraussetzung ist aber der Aufbau der kristallographischen Punktsysteme nur dann möglich, wenn nach einer bestimmten Anzahl Anlagerungen von Bausteinen eine Krafrichtung des ersten mit einer des letzten Bausteines sich deckt. Die Voraussetzung der Richtung und der Gleichwertigkeit der Kräfte bedingt diese Forderung. Es entsteht daher die Frage: Unter welchen Bedingungen fällt eine Krafrichtung des ersten mit einer des letzten Bausteines zusammen, oder, da dadurch eine in sich geschlossene gebrochene Linie, d. i. ein Ring, entsteht: Unter welchen Bedingungen lassen sich unter obiger Voraussetzung Ringe schließen, und welche Eigentümlichkeiten zeigen dieselben. Die mathematische Lösung dieser Aufgabe bildet den Gegenstand der folgenden Abhandlung.

Es leuchtet ein, daß unter den gegebenen Bedingungen von ebenen Ringen, d. h. solchen, in denen die gebundenen Krafrichtungen ein ebenes n -Eck bilden, somit die Seiten des letzteren sind, nur in beschränktem Maße die Rede sein kann, da sich aus den Winkeln, die die Krafrichtungen einschließen, kein ebenes n -Eck konstruieren läßt. Wir müssen vielmehr ohne weiteres zu den Raumringen übergehen, d. h. solchen, in denen die gebundenen Krafrichtungen eine in sich geschlossene Raumzickzacklinie, ein Raum- n -Eck, bilden. In einem solchen Systeme von Punkten ist die Beweglichkeit gegenüber einer offenen Kette zwar eingeschränkt, aber nicht vollkommen aufgehoben. Die Ringe können noch verschiedene Gestalt annehmen, ohne daß der Zusammenhang der Punkte gelockert wird. Bei diesen Veränderungen rotieren die Schwerpunkte der Bausteine um die Verbindungslinie zweier gleichweit vom Schwerpunkte entfernter Punkte der Krafrichtungen. Diese Rotationsachsen sind zwei sich schneidende Geraden, die senkrecht zur Ebene des Rotationskreises stehen. Wenn nun zwei Krafrichtungen, die von irgend einem Punkte eines jeden Rotationskreises ausgehen, von ihrer normalen Richtung nicht abgelenkt sein, also eine Gerade bilden sollen, dann ist dieses gleichbedeutend damit, daß der Abstand der beiden Punkte sein Maximum erreicht; und wir können somit die obige Frage auch folgendermaßen fassen: In welcher Lage erreichen zwei um zwei sich schneidende Geraden rotierende Punkte das Maximum ihrer Entfernung. Dabei wird die Lage der beiden Punkte durch die Winkel bestimmt, die der Radius des Rotationskreises mit einer Anfangslage einschließt. Diese Anfangslage sei die Ebene der sich schneidenden Rotationsachsen. Die Entfernung der beiden Punkte ist außerdem noch abhängig von dem Winkel, den die Rotationsachsen einschließen. Die Lösung dieser Aufgabe sei ohne Rücksicht auf unsere Voraussetzung über den Baustein allgemein gegeben.

In Fig 4 seien D und E zwei Punkte, die um die Geraden FL bzw. FR als Axe in dem durch Pfeile angedeuteten Sinn rotieren. Die Entfernung der Ebene des Rotationskreises von E vom Schnittpunkte der Rotationsachsen F sei f , die des

Rotationskreises von D sei h . Die Anfangslage der Punkte D und E sei die Ebene der Rotationsachsen C, A, F, B . D rotiere mit dem Radius r_1 , E mit dem Radius r_2 der Rotationswinkel für D sei σ , der für E sei τ . Die Rotationsachsen mögen den Winkel $AFB = \eta = \mu + \varrho$ bilden. Wir entwickeln die Entfernung DE als Funktion von σ , τ und η . Zu diesem Zwecke fallen wir noch die Lote EK und DT und verbinden K mit D und T .

Fig. 4.



Alsdann ist:
 $DE^2 = DK^2 + EK^2 - 2DK \cdot EK \cdot \cos \angle DKE$,

$$\angle DKE + \angle DKT = R,$$

mithin:

$$\cos DKE = \sin DKT = \frac{DT}{DK},$$

folglich: $DE^2 = DK^2 + EK^2 - 2DT \cdot EK.$

Es ist ferner:

$$DK^2 = DT^2 + TK^2$$

und

$$\begin{aligned} TK^2 &= TC^2 + KC^2 - 2TC \cdot KC \cos \angle TCK \\ &= TC^2 + KC^2 + 2TC \cdot KC \cos \eta. \end{aligned}$$

Folglich ist:

$$DE^2 = DT^2 + TC^2 + KC^2 + 2TC \cdot KC \cos \eta + EK^2 - 2DT \cdot EK.$$

Wir setzen: $AC = c_1$ und $BC = c_2$.

Dann ist: $TC = c_1 - r_1 \cos \sigma$

$$KC = c_2 - r_2 \cos \tau$$

und da

$DT = r_1 \sin \sigma$ und $EK = r_2 \sin \tau$ ist, erhalten wir:

$$\begin{aligned} DE^2 &= r_1^2 \sin^2 \sigma + (c_1 - r_1 \cos \sigma)^2 + (c_2 - r_2 \cos \tau)^2 + 2(c_1 - r_1 \cos \sigma)(c_2 - r_2 \cos \tau) \cdot \\ &\quad \cos \eta + r_2^2 \sin^2 \tau - 2r_1 \cdot r_2 \sin \sigma \cdot \sin \tau. \end{aligned}$$

In diesem Ausdrucke besteht noch ein Zusammenhang zwischen dem Winkel η und c_1, c_2 ; es ist:

$$c_1 = h \cdot \tan \varrho \quad \text{und} \quad c_2 = f \cdot \tan \mu,$$

wobei:

$$\eta = \mu + \varrho.$$

Setzen wir diese Ausdrücke in obige Gleichung ein, dann wird

$$\begin{aligned} DE^2 &= r_1^2 \sin^2 \sigma + (h \tan \varrho - r_1 \cos \sigma)^2 + (f \tan \mu - r_2 \cos \tau)^2 + r_2^2 \sin^2 \tau \\ &\quad - 2r_1 r_2 \sin \sigma \sin \tau + 2(h \tan \varrho - r_1 \cos \sigma)(f \tan \mu - r_2 \cos \tau) \cdot \cos(\varrho + \mu). \end{aligned}$$

Die Lösung dieser allgemeinsten Form liegt außerhalb des Rahmens dieser Arbeit. Wir machen die Einschränkungen, daß $r_1 = r_2$ ist und $h = f$ wird; letzteres hat zur Folge, daß $\mu = \varrho$ ist. Dieser Specialfall besagt, daß in den zu untersuchenden Ringen immer nur ein und derselbe Winkel vorkommen soll, und nur reguläre Raumringe in die Untersuchung hineinzuziehen sind. Wir setzen $f = h = p$ und $r_1 = r_2 = g$ und $\mu = \varrho = \alpha$. Dann nimmt nach einigen Umformungen der Ausdruck die Form an:

$$\begin{aligned}
DE^2 = & 2g^2 + 2p^2 \frac{\sin^2 \alpha}{\cos^2 \alpha} - 2gp \cdot \cos \sigma \frac{\sin \alpha}{\cos \alpha} - 2gp \cos \tau \frac{\sin \alpha}{\cos \alpha} - 2g^2 \sin \sigma \sin \tau \\
& + 2p^2 \sin^2 \alpha - 2p^2 \frac{\sin^4 \alpha}{\cos^2 \alpha} - 2gp \cos \tau \sin \alpha \cos \alpha + 2gp \cos \tau \frac{\sin^3 \alpha}{\cos \alpha} \\
& - 2gp \cos \sigma \sin \alpha \cos \alpha + 2gp \cos \sigma \frac{\sin^3 \alpha}{\cos \alpha} + 2g^2 \cos \sigma \cos \tau \cos^2 \alpha \\
& - 2g^2 \cos \sigma \cos \tau \sin^2 \alpha.
\end{aligned}$$

In diesem Ausdrucke kann der Radius g in jedem Quadranten liegen, ohne daß jener seine Gültigkeit verliert, nur müssen dann die Functionen der Winkel σ und τ mit den ihnen zukommenden Vorzeichen genommen werden.

Soll nun DE sein Maximum erreichen, dann gilt dasselbe auch für $DE^2 = y$. Die Werte σ , τ und α , für die dieses eintritt, müssen folgenden Bedingungen genügen:

1) Die partiellen Differentialquotienten des obigen Ausdruckes nach σ , τ und α müssen $= 0$ sein, d. h. die Werte von σ , τ und α müssen Wurzeln der Gleichungen:

$$\frac{\partial y}{\partial \sigma} = 0 \quad \frac{\partial y}{\partial \tau} = 0 \quad \frac{\partial y}{\partial \alpha} = 0 \quad \text{sein.}$$

2) Der partielle zweite Differentialquotient nach σ muß für diesen Wert von σ kleiner als 0 sein:

$$\frac{\partial^2 y}{\partial \sigma^2} < 0.$$

3) Die aus den partiellen zweiten Differentialquotienten nach σ und τ gebildete Determinante D_1 muß positiv sein:

$$D_1 = \begin{vmatrix} \frac{\partial^2 y}{\partial \sigma^2} & \frac{\partial^2 y}{\partial \sigma \cdot \partial \tau} \\ \frac{\partial^2 y}{\partial \sigma \cdot \partial \tau} & \frac{\partial^2 y}{\partial \tau^2} \end{vmatrix} > 0.$$

4) Die aus den partiellen zweiten Differentialquotienten nach σ , τ und α gebildete Determinante D_2 muß negativ sein:

$$D_2 = \begin{vmatrix} \frac{\partial^2 y}{\partial \sigma^2} & \frac{\partial^2 y}{\partial \sigma \partial \tau} & \frac{\partial^2 y}{\partial \sigma \partial \alpha} \\ \frac{\partial^2 y}{\partial \tau \cdot \partial \sigma} & \frac{\partial^2 y}{\partial \tau^2} & \frac{\partial^2 y}{\partial \tau \cdot \partial \alpha} \\ \frac{\partial^2 y}{\partial \alpha \cdot \partial \sigma} & \frac{\partial^2 y}{\partial \alpha \cdot \partial \tau} & \frac{\partial^2 y}{\partial \alpha^2} \end{vmatrix} < 0.$$

$DE^2 = y$ erreicht ein Minimum, wenn die Werte von σ , τ und α , für die dieses eintritt, folgenden Bedingungen genügen:

1) Die partiellen Differentialquotienten des obigen Ausdruckes nach σ , τ und α müssen $= 0$ sein:

$$\frac{\partial y}{\partial \sigma} = 0 \quad \frac{\partial y}{\partial \tau} = 0 \quad \frac{\partial y}{\partial \alpha} = 0.$$

2) Der partielle zweite Differentialquotient nach σ muß für diesen Wert positiv sein; also:

$$\frac{\partial^2 y}{\partial \sigma^2} > 0.$$

3) Die aus den partiellen zweiten Differentialquotienten nach σ und τ gebildete Determinante D' muß positiv sein:

$$D' = \begin{vmatrix} \frac{\partial^2 y}{\partial \sigma^2} & \frac{\partial^2 y}{\partial \sigma \cdot \partial \tau} \\ \frac{\partial^2 y}{\partial \sigma \cdot \partial \tau} & \frac{\partial^2 y}{\partial \tau^2} \end{vmatrix} > 0.$$

4) Die aus den partiellen zweiten Differentialquotienten nach σ , τ und α gebildete Determinante D'' muß für diese Werte positiv sein:

$$D'' = \begin{vmatrix} \frac{\partial^2 y}{\partial \sigma^2} & \frac{\partial^2 y}{\partial \sigma \cdot \partial \tau} & \frac{\partial^2 y}{\partial \sigma \cdot \partial \alpha} \\ \frac{\partial^2 y}{\partial \tau \cdot \partial \sigma} & \frac{\partial^2 y}{\partial \tau^2} & \frac{\partial^2 y}{\partial \tau \cdot \partial \alpha} \\ \frac{\partial^2 y}{\partial \alpha \cdot \partial \sigma} & \frac{\partial^2 y}{\partial \alpha \cdot \partial \tau} & \frac{\partial^2 y}{\partial \alpha^2} \end{vmatrix} > 0.$$

Wir setzen also die partiellen Differentialquotienten von $y = DE^2$ nach σ , τ und $\alpha = 0$ und bestimmen die Werte für die Functionen der drei Winkel aus den drei Gleichungen:

$$\begin{aligned} (1) \quad \frac{\partial y}{\partial \sigma} &= 2gp \frac{\sin \alpha}{\cos \alpha} \sin \sigma - 2g^2 \sin \tau \cos \sigma + 2gp \sin \sigma \sin \alpha \cos \alpha \\ &\quad - 2gp \frac{\sin^3 \alpha}{\cos \alpha} \sin \sigma - 2g^2 \sin \sigma \cos \tau \cos^2 \alpha + 2g^2 \sin \sigma \cos \tau \sin^2 \alpha = 0. \\ (2) \quad \frac{\partial y}{\partial \tau} &= 2gp \frac{\sin \alpha}{\cos \alpha} \sin \tau - 2g^2 \sin \sigma \cos \tau + 2gp \sin \tau \sin \alpha \cos \alpha \\ &\quad - 2gp \frac{\sin^3 \alpha}{\cos \alpha} \sin \tau - 2g^2 \cos \sigma \sin \tau \cos^2 \alpha + 2g^2 \cos \sigma \sin \tau \sin^2 \alpha = 0. \\ (3) \quad \frac{\partial y}{\partial \alpha} &= 2p^2 \frac{\sin \alpha}{\cos^3 \alpha} - gp \cos \sigma \frac{4}{\cos^2 \alpha} - gp \cos \tau \frac{4}{\cos^2 \alpha} + 2p^2 \sin \alpha \cos \alpha \\ &\quad - 2p^2 \frac{\sin^3 \alpha}{\cos^3 \alpha} (2 \cos^2 \alpha + \sin^2 \alpha) - gp \cos \tau (\cos^2 \alpha - \sin^2 \alpha) \\ &\quad - gp \cos \sigma (\cos^2 \alpha - \sin^2 \alpha) + gp \cos \tau \frac{\sin^2 \alpha}{\cos^2 \alpha} (3 \cos^2 \alpha + \sin^2 \alpha) \\ &\quad + gp \cos \sigma \frac{\sin^2 \alpha}{\cos^2 \alpha} (3 \cos^2 \alpha + \sin^2 \alpha) - 2g^2 \cos \sigma \cos \tau \sin \alpha \cos \alpha \\ &\quad - 2g^2 \cos \sigma \cos \tau \sin \alpha \cos \alpha = 0. \end{aligned}$$

Wir entwickeln aus den Gleichungen (1) und (2) $\cos \sigma$ und $\cos \tau$ und führen diese Werte in die Gleichung (3) ein.

$$\begin{aligned} (1) \quad 2 \sin \sigma \cos \tau [gp \frac{\sin \alpha}{\cos \alpha} \frac{4}{\cos \tau} - g^2 \tan \tau \cotg \sigma + gp \sin \alpha \cos \alpha \frac{4}{\cos \tau} \\ - gp \frac{\sin^3 \alpha}{\cos \alpha} \frac{4}{\cos \tau} - g^2 \cos^2 \alpha + g^2 \sin^2 \alpha] = 0. \\ (2) \quad 2 \sin \tau \cos \sigma [gp \frac{\sin \alpha}{\cos \alpha} \frac{4}{\cos \sigma} - g^2 \tan \sigma \cotg \tau + gp \sin \alpha \cos \alpha \frac{4}{\cos \sigma} \\ - gp \frac{\sin^3 \alpha}{\cos \alpha} \frac{4}{\cos \sigma} - g^2 \cos^2 \alpha + g^2 \sin^2 \alpha] = 0. \end{aligned}$$

Diese Gleichungen werden in zweierlei Weise befriedigt:

$$\begin{aligned} \text{I.} \quad & 2 \sin \sigma \cos \tau = 0 \\ & 2 \cos \sigma \sin \tau = 0. \end{aligned}$$

Dann haben wir zwei Hauptfälle:

- A) $\cos \sigma = 0$, dann muß sein $\sin \sigma = \pm 1$ und dieser bedingt wieder
 $\cos \tau = 0$ - - - $\sin \tau = \pm 1$.
 B) $\sin \sigma = 0$ - - - $\cos \sigma = \pm 1$, das erfordert
 $\sin \tau = 0$ - - - $\cos \tau = \pm 1$.

II. Die Klammerausdrücke werden gleich 0.

Diese liefern, wenn wir

$$p \frac{\sin \alpha}{\cos \alpha} + p \sin \alpha \cos \alpha - p \frac{\sin^3 \alpha}{\cos \alpha} = A$$

und

$$g^2 \cos^2 \alpha - g^2 \sin^2 \alpha = B \quad \text{setzen:}$$

$$1) \quad g \tan \sigma \cot \tau = \frac{A}{\cos \sigma} - B,$$

$$2) \quad g \cot \sigma \tan \tau = \frac{A}{\cos \tau} - B,$$

woraus durch Multiplikation die Gleichung entsteht:

$$g^2 = \left(\frac{A}{\cos \sigma} - B \right) \left(\frac{A}{\cos \tau} - B \right),$$

aus der sich folgende Werte für $\cos \sigma$ und $\cos \tau$ entwickeln lassen:

$$\cos \sigma = \frac{A^2 - AB \cos \tau}{AB + g^2 \cos \tau - B^2 \cos \tau},$$

$$\cos \tau = \frac{A^2 - AB \cos \sigma}{AB + g^2 \cos \sigma - B^2 \cos \sigma}.$$

In diesen beiden Formeln, die in bezug auf die Unbekannten symmetrisch sind, können beide Unbekannten vertauscht werden; daraus geht hervor, daß beide Unbekannten gleich sind. Zur Bestimmung der Werte von $\cos \sigma = \cos \tau$ haben wir obige Gleichung:

$$g^2 = \left(\frac{A}{\cos \sigma} - B \right) \left(\frac{A}{\cos \tau} - B \right),$$

die für $\cos \sigma = \cos \tau$ übergeht in:

$$g^2 = \left(\frac{A}{\cos \sigma} - B \right) \left(\frac{A}{\cos \sigma} - B \right),$$

$$g^2 = \left(\frac{A}{\cos \sigma} - B \right)^2.$$

Beim Wurzelziehen müssen wir zwei Fälle unterscheiden.

I. Beide Seiten erhalten verschiedenes Vorzeichen:

$$-g = \frac{A}{\cos \sigma} - B,$$

das ergibt:

$$\cos \sigma_1 = \cos \tau_1 = \frac{A}{B - g}.$$

II. Beide Seiten erhalten gleiches Vorzeichen:

$$g = \frac{A}{\cos \sigma} - B$$

$$\cos \sigma_2 = \cos \tau_2 = \frac{A}{B + g}.$$

Setzen wir die Werte für A und B wieder ein, dann erhalten wir:

$$\text{I.} \quad \cos \sigma_1 = \cos \tau_1 = -\frac{p}{g} \cot \alpha$$

$$\text{II.} \quad \cos \sigma_2 = \cos \tau_2 = \frac{p}{g} \tan \alpha.$$

Um genaueres über die Winkel selbst auszusagen, entwickeln wir noch aus der Differentialgleichung (4) den Sinus eines Winkels, ausgedrückt durch die Functionen des anderen:

$$\frac{\partial y}{\partial \sigma} = 2g \left[p \frac{\sin \alpha}{\cos \alpha} \sin \sigma - g \sin \tau \cos \sigma + p \sin \alpha \cos \alpha \sin \sigma - p \frac{\sin^3 \alpha}{\cos \alpha} \sin \sigma - g \sin \sigma \cos \tau \cos^2 \alpha + g \sin \sigma \cos \tau \sin^2 \alpha \right] = 0.$$

Setzen wir in dem Klammerausdruck $\cos \sigma = \cos \tau$ und führen die oben angegebenen Abkürzungen ein, so erhalten wir:

$$A \sin \sigma - \sin \sigma \cos \tau \cdot B - g \sin \tau \cos \tau,$$

woraus folgt:

$$\sin \sigma = \frac{g \cos \tau}{A - B \cos \tau} \sin \tau.$$

Für die zwei Werte von $\cos \tau$ erhalten wir dann die zwei Werte:

$$\begin{aligned} \sin \sigma_1 &= -\sin \tau_1, \\ \sin \sigma_2 &= \sin \tau_2. \end{aligned}$$

Die Auflösung der Differentialgleichungen (4) und (2) ergeben also folgende Wertepaare als Wurzeln der Gleichungen:

$$\begin{aligned} (1) \quad & \cos \sigma = 0 & \sin \sigma &= \pm 1, \\ & \cos \tau = 0 & \sin \tau &= \pm 1, \\ (2) \quad & \sin \sigma = 0 & \cos \sigma &= \pm 1, \\ & \sin \tau = 0 & \cos \tau &= \pm 1, \\ (3) \quad & \cos \sigma_1 = \cos \tau_1 = -\frac{p}{g} \cot \alpha & \sin \sigma_1 &= -\sin \tau_1, \\ & \cos \sigma_2 = \cos \tau_2 = \frac{p}{g} \tan \alpha & \sin \sigma_2 &= \sin \tau_2. \end{aligned}$$

Diese Werte können in zwei Klassen eingeteilt werden. Die Wertepaare 1) und 2) sind konstant, d. h. unabhängig von dem Winkel α ; das Wertepaar 3) ist aber abhängig. Die Wertepaare 1) und 2) führen, wenn der zugehörige Wert von α überhaupt möglich ist, zu keinem eigentlichen Ringe, sondern zur offenen Kette oder, wenn man die Gerade als Zweieck aufstellt, zum Zweiringe. Die Entwicklung sei hier übergangen, um direkt zu dem dritten Wertepaare überzugehen. Wir behandeln die beiden Fälle gesondert:

$$1. \text{ Fall.} \quad \cos \sigma = \cos \tau = -\frac{p}{g} \cot \alpha \quad \text{und} \quad \sin \sigma = -\sin \tau.$$

Wir führen diesen Wert in die dritte Differentialgleichung ein und erhalten:

$$\begin{aligned} & 2p^2 \frac{\sin \alpha}{\cos^3 \alpha} + 2p^2 \frac{4}{\sin \alpha \cos \alpha} + 2p^2 \sin \alpha \cos \alpha - 2p^2 \frac{\sin^3 \alpha}{\cos^3 \alpha} (2 \cos^2 \alpha + \sin^2 \alpha) \\ & + 2p^2 \frac{\cos \alpha}{\sin \alpha} (\cos^2 \alpha - \sin^2 \alpha) - 2p^2 \frac{\sin \alpha}{\cos \alpha} (3 \cos^2 \alpha + \sin^2 \alpha) - 4p^2 \frac{\cos^3 \alpha}{\sin \alpha} = 0. \end{aligned}$$

Nach einigen Umformungen geht daraus folgende Schlußgleichung hervor:

$$0 = \frac{2p^2}{\cos^3 \alpha \sin \alpha} [\sin^2 \alpha + \cos^2 \alpha - (\sin^2 \alpha + \cos^2 \alpha)^3].$$

Den Klammerausdruck $= 0$ gesetzt, befriedigt jedes beliebige α , und da 2α der Winkel war, unter dem sich die Rotationsachsen schnitten, so können diese jeden beliebigen Winkel einschließen. Demgemäß sind unendlich viele Ringe möglich.

$$2. \text{ Fall. } \cos \sigma = \cos \tau = \frac{p}{g} \tan \alpha \quad \text{und} \quad \sin \sigma = \sin \tau.$$

Setzen wir diesen Wert in die dritte Differentialgleichung ein, dann erhalten wir:

$$0 = 2p^2 \frac{\sin \alpha}{\cos^3 \alpha} - 2p^2 \frac{\sin \alpha}{\cos^3 \alpha} + 2p^2 \sin \alpha \cos \alpha - 2p^2 \frac{\sin^3 \alpha}{\cos^3 \alpha} (2 \cos^2 \alpha + \sin^2 \alpha) \\ - 2p^2 \frac{\sin \alpha}{\cos \alpha} (\cos^2 \alpha - \sin^2 \alpha) + 2p^2 \frac{\sin^3 \alpha}{\cos^3 \alpha} (3 \cos^2 \alpha + \sin^2 \alpha) - 4p^2 \frac{\sin^3 \alpha}{\cos \alpha}$$

und nach einigen Umformungen geht diese über in:

$$0 = 2p^2 \frac{\sin \alpha}{\cos^3 \alpha} [0 \cdot \cos^4 \alpha + 0 \cdot \sin^4 \alpha + 0 \cdot \sin^2 \alpha \cos^2 \alpha].$$

Auch hier befriedigt jedes beliebige α die Gleichung. Somit können sich die Rotationsachsen unter jedem beliebigen Winkel schneiden, d. h. sind unendlich viele Ringe möglich.

Es ist nun zu untersuchen, welcher von den beiden Werten ein Maximum bedingt, oder ob beide zu je einem Maximum führen. Daher bilden wir die partiellen zweiten Differentialquotienten:

$$\frac{\partial^2 y}{\partial \sigma^2} = 2gp \frac{\sin \alpha}{\cos \alpha} \cos \sigma + 2g^2 \sin \tau \sin \sigma + 2gp \sin \alpha \cos \alpha \cos \sigma - 2gp \cos \sigma \frac{\sin^3 \alpha}{\cos \alpha} \\ - 2g^2 \cos \sigma \cos \tau \cos^2 \alpha + 2g^2 \cos \sigma \cos \tau \sin^2 \alpha,$$

$$\frac{\partial^2 y}{\partial \tau^2} = 2gp \frac{\sin \alpha}{\cos \alpha} \cos \tau + 2g^2 \sin \sigma \sin \tau + 2gp \sin \alpha \cos \alpha \cos \tau - 2gp \cos \tau \frac{\sin^3 \alpha}{\cos \alpha} \\ - 2g^2 \cos \sigma \cos \tau \cos^2 \alpha + 2g^2 \cos \sigma \cos \tau \sin^2 \alpha,$$

$$\frac{\partial^2 y}{\partial \alpha^2} = 2p^2 \frac{\cos^2 \alpha + 3 \sin^2 \alpha}{\cos^4 \alpha} - gp \cos \sigma \frac{2 \sin \alpha}{\cos^3 \alpha} - 2gp \cos \tau \frac{\sin \alpha}{\cos^3 \alpha} \\ + 2p^2 (\cos^2 \alpha - \sin^2 \alpha) - 4p^2 \frac{\sin^2 \alpha}{\cos^2 \alpha} (3 \cos^2 \alpha + \sin^2 \alpha) \\ - 2p^2 \frac{\sin^4 \alpha}{\cos^4 \alpha} (5 \cos^2 \alpha + 3 \sin^2 \alpha) + 2gp \cos \tau \cos \alpha \sin \alpha - 2gp \cos \tau \sin \alpha \cos \alpha \\ + 2gp \cos \sigma \cos \alpha \sin \alpha + 2gp \cos \sigma \sin \alpha \cos \alpha + 6gp \cos \tau \sin \alpha \cos \alpha \\ + pg \cos \tau \frac{\sin^3 \alpha}{\cos^3 \alpha} (4 \cos^2 \alpha + 2 \sin^2 \alpha) + 6pg \cos \sigma \sin \alpha \cos \alpha \\ + pg \cos \sigma \frac{\sin^3 \alpha}{\cos^3 \alpha} (4 \cos^2 \alpha + 2 \sin^2 \alpha) - 4g^2 \cos \sigma \cos \tau (\cos^2 \alpha - \sin^2 \alpha).$$

Wir bilden ferner:

$$\frac{\partial^2 y}{\partial \sigma \partial \tau} = -2g^2 \cos \tau \cos \sigma + 2g^2 \sin \sigma \sin \tau \cos^2 \alpha - 2g^2 \sin \sigma \sin \tau \sin^2 \alpha = \frac{\partial^2 y}{\partial \tau \partial \sigma}$$

$$\frac{\partial^2 y}{\partial \sigma \partial \alpha} = 2gp \sin \sigma \frac{1}{\cos^2 \alpha} + 2gp \sin \sigma (\cos^2 \alpha - \sin^2 \alpha) \\ - 2gp \sin \sigma \frac{\sin^2 \alpha}{\cos^2 \alpha} (3 \cos^2 \alpha + \sin^2 \alpha) + 8g^2 \sin \sigma \cos \tau \cos \alpha \sin \alpha,$$

$$\frac{\partial^2 y}{\partial \tau \partial \alpha} = 2gp \sin \tau \frac{1}{\cos^2 \alpha} + 2gp \sin \tau (\cos^2 \alpha - \sin^2 \alpha) \\ - 2gp \sin \tau \frac{\sin^2 \alpha}{\cos^2 \alpha} (3 \cos^2 \alpha + \sin^2 \alpha) + 8g^2 \sin \sigma \cos \tau \cos \alpha \sin \alpha,$$

$$\begin{aligned}\frac{\partial^2 y}{\partial \alpha \partial \sigma} &= gp \sin \sigma \frac{1}{\cos^2 \alpha} + gp \sin \sigma (\cos^2 \alpha - \sin^2 \alpha) - gp \sin \sigma \frac{\sin^2 \alpha}{\cos^2 \alpha} (3 \cos^2 \alpha + \sin^2 \alpha) \\ &\quad + 4g^2 \sin \sigma \cos \tau \cos \alpha \sin \alpha, \\ \frac{\partial^2 y}{\partial \alpha \partial \tau} &= gp \sin \tau \frac{1}{\cos^2 \alpha} + gp \sin \tau (\cos^2 \alpha - \sin^2 \alpha) - gp \sin \tau \frac{\sin^2 \alpha}{\cos^2 \alpha} (3 \cos^2 \alpha + \sin^2 \alpha) \\ &\quad + 4g^2 \cos \sigma \sin \tau \sin \alpha \cos \alpha.\end{aligned}$$

4. Fall. Für $\cos \sigma = \cos \tau = -\frac{p}{g} \frac{\cos \alpha}{\sin \alpha}$ und $\sin \sigma = -\sin \tau$ nehmen diese Ableitungen folgende Werte an

$$\begin{aligned}\frac{\partial^2 y}{\partial \sigma^2} &= \frac{\partial^2 y}{\partial \tau^2} = -2g^2 \\ \frac{\partial^2 y}{\partial \alpha^2} &= -\frac{4p^2}{\sin^2 \alpha} \\ \frac{\partial^2 y}{\partial \sigma \partial \tau} &= \frac{\partial^2 y}{\partial \tau \partial \sigma} = 2[g^2 - 2\cos^2 \alpha (p^2 + g^2)] \\ \frac{\partial^2 y}{\partial \sigma \partial \alpha} &= -4gp \sin \sigma \\ \frac{\partial^2 y}{\partial \tau \partial \alpha} &= -4gp \sin \tau = 4gp \sin \sigma \\ \frac{\partial^2 y}{\partial \alpha \partial \sigma} &= -2gp \sin \sigma \\ \frac{\partial^2 y}{\partial \alpha \partial \tau} &= -2gp \sin \tau = 2gp \sin \sigma\end{aligned}$$

und es wird

$$\frac{\partial^2 y}{\partial \sigma^2} = \frac{\partial^2 y}{\partial \tau^2} \quad \text{negativ,}$$

$$D_1 = \left(\frac{\partial^2 y}{\partial \sigma^2} \right)^2 - \left(\frac{\partial^2 y}{\partial \sigma \partial \tau} \right)^2 = (2g^2)^2 - [2(g^2 - 2\cos^2 \alpha (p^2 + g^2))]^2$$

positiv, da absolut genommen

$$g^2 > g^2 - 2\cos^2 \alpha (p^2 + g^2).$$

D_2 geht über in:

$$-2\cos^2 \alpha (p^2 + g^2) \cdot \frac{2p^2}{\sin^2 \alpha} < 0,$$

also sicher negativ.

Daher liefern diese Werte für $\cos \sigma$ und $\cos \tau$ ein Maximum.

2. Fall. Für $\cos \sigma = \cos \tau = \frac{p}{g} \frac{\sin \alpha}{\cos \alpha}$ und $\sin \sigma = \sin \tau$ nehmen die Ableitungen folgende Werte an:

$$\begin{aligned}\frac{\partial^2 y}{\partial \sigma^2} &= \frac{\partial^2 y}{\partial \tau^2} = 2g^2 \\ \frac{\partial^2 y}{\partial \sigma \partial \tau} &= \frac{\partial^2 y}{\partial \tau \partial \sigma} = 2[g^2 - 2\sin^2 \alpha (g^2 + p^2)] \\ \frac{\partial^2 y}{\partial \alpha^2} &= \frac{4p^2}{\cos^2 \alpha} \\ \frac{\partial^2 y}{\partial \sigma \partial \alpha} &= 4gp \sin \sigma\end{aligned}$$

$$\frac{\partial^2 y}{\partial \tau \partial \alpha} = 4gp \sin \tau = 4gp \sin \sigma$$

$$\frac{\partial^2 y}{\partial \alpha \partial \sigma} = 2gp \sin \sigma$$

$$\frac{\partial^2 y}{\partial \sigma \partial \tau} = 2gp \sin \tau = 2gp \sin \sigma$$

und es wird

$$\frac{\partial^2 y}{\partial \sigma^2} = \frac{\partial^2 y}{\partial \tau^2} \quad \text{positiv,}$$

$$D' = (2g^2)^2 - [2[g^2 - 2\sin^2 \alpha (g^2 + p^2)]]^2 \quad \text{positiv,}$$

$$\text{und} \quad D'' = 2\sin^2 \alpha (p^2 + g^2) \frac{2p^2}{\cos^2 \alpha} > 0,$$

also sicher positiv.

Mithin liefern diese Werte für $\cos \sigma$ und $\cos \tau$ ein Minimum. Daher liefert der Fall 4. die Bedingungen, die auf die zu untersuchenden Ringe zu übertragen sind.

Durch Ordnen nach den Functionen von σ und τ geht aus der Anfangsgleichung folgende hervor:

$$\begin{aligned} DE^2 = & 2\{g^2 + p^2 \frac{\sin^2 \alpha}{\cos^2 \alpha} + p^2 \sin^2 \alpha - p^2 \frac{\sin^4 \alpha}{\cos^2 \alpha} \\ & + \cos \sigma \left[gp \left(\frac{\sin^3 \alpha}{\cos \alpha} - \sin \alpha \cos \alpha - \frac{\sin \alpha}{\cos \alpha} \right) \right] \\ & + \cos \tau \left[gp \left(\frac{\sin^3 \alpha}{\cos \alpha} - \sin \alpha \cos \alpha - \frac{\sin \alpha}{\cos \alpha} \right) \right] \\ & - g^2 \sin \tau \sin \sigma + \cos \sigma \cos \tau \cdot g^2 (\cos^2 \alpha - \sin^2 \alpha)\}, \end{aligned}$$

die durch Vereinfachungen folgende Form annimmt:

$$DE^2 = 2[g^2 + 2p^2 \sin^2 \alpha - 2gp \sin \alpha \cos \alpha \cos \sigma - 2gp \sin \alpha \cos \alpha \cos \tau - g^2 \sin \sigma \sin \tau + g^2 (\cos^2 \alpha - \sin^2 \alpha) \cos \sigma \cos \tau].$$

Es sei hier ein Specialfall eingefügt, nämlich der, daß DE mit der Rotationsaxe zusammenfällt. Alsdann ist der Größe nach $DE = 2p$ und die Gleichung geht über in:

$$4p^2 = 2[g^2 + 2p^2 \sin^2 \alpha - 2gp \sin \alpha \cos \alpha \cos \sigma - 2gp \sin \alpha \cos \alpha \cos \tau - g^2 \sin \sigma \sin \tau + g^2 (\cos^2 \alpha - \sin^2 \alpha) \cos \sigma \cos \tau],$$

die durch Umformen liefert:

$$\begin{aligned} 2p^2 \cos^2 \alpha - g^2 &= g^2 (\cos^2 \alpha - \sin^2 \alpha) \cos \sigma \cos \tau - g^2 \sin \sigma \sin \tau \\ &- 2gp \sin \alpha \cos \alpha \cos \sigma - 2gp \sin \alpha \cos \alpha \cos \tau. \end{aligned}$$

Wenn die Rechnung ergab, daß sich die Rotationsachsen unter jedem beliebigen Winkel schneiden können, daß also jeder beliebige Ring möglich ist, so erleidet dieses Resultat eine Einschränkung durch die Zwischengleichungen:

$$\cos \sigma = \cos \tau = -\frac{p}{g} \cot \alpha \quad \text{und} \quad \sin \sigma = -\sin \tau,$$

w in $\frac{p}{g}$ die Tangente der Hälfte des Winkels ist, den die Kraftrichtungen einschließen. Aus der Gleichung

$$\cos \sigma = \cos \tau = -\frac{p}{g} \cot \alpha$$

ergibt sich, daß für bestimmte Werte von α der Ausdruck für $\cos \tau$ Werte liefert, die imaginär sind, und in Verbindung mit der zweiten Gleichung geht hervor, daß

die Rotationswinkel der Mittelpunkte der Bausteine abwechselnd im zweiten und im dritten Quadranten liegen, was zur Folge hat, daß nur geradzählige Ringe möglich sind (unter der anfangs gemachten Specialvoraussetzung, daß immer ein und derselbe Winkel vorkommt).

Es soll nun diese allgemeine Entwicklung auf unsere Voraussetzung über den Baustein übertragen werden. Dieser erscheint als Hexaëder, dessen Körperdiagonalen die Krafrichtungen sind; letztere schließen die Winkel $109^{\circ}28'14''$ und $70^{\circ}34'46''$ ($\cos = -\frac{1}{3}$ resp. $+\frac{1}{3}$) ein. Beide Winkel ergänzen sich zu $2R$. Da wir somit zwei verschiedene Winkel haben, so sind zwei Arten Ringe möglich, erstens solche, in denen nur der Winkel $109^{\circ}28'14''$, zweitens solche, in denen nur der Winkel $70^{\circ}34'46''$ vorkommt. In einem Systeme mit dem Winkel $109^{\circ}28'14''$ rotieren die Schwerpunkte der Bausteine um die Flächendiagonale des Hexaëders, in einem solchen mit dem Winkel $70^{\circ}34'46''$ ist die Hexaëderkante die Rotationsaxe. Es ist nun aber auch denkbar, daß in einem Systeme beide Winkel gleichzeitig vorkommen. Nur mit der ersten Art von Ringen, in denen also die Krafrichtungen immer einen und denselben Winkel einschließen und daher »homogene Ringe« heißen mögen, beschäftigt sich die folgende Untersuchung.

Zunächst setzen wir fest, welche Ringe überhaupt möglich sind vermittelst der Gleichung:

$$\cos \sigma = -\frac{p}{g} \cot \alpha,$$

deren absoluten Wert man nur in Betracht zu ziehen braucht.

1) Der Winkel, den die Krafrichtungen einschließen, beträgt $70^{\circ}34'46''$, dann ist

$$\frac{p}{g} = \tan \frac{1}{2}(70^{\circ}34'46'') = \frac{1}{2}\sqrt{2}.$$

Für $\cos \sigma = 0$ ist $\cot \alpha = 0$, $\alpha = 90^{\circ}$,

d. h. der Schnittwinkel der Rotationsachsen beträgt 180° ; letztere bilden eine Gerade.

Für $\cos \sigma = 1$ ist $\alpha = 35^{\circ}45'53''$,

d. h. der Schnittwinkel der Rotationsachsen beträgt $70^{\circ}34'$. Daraus folgt, daß sich die Rotationsachsen unter einem Winkel schneiden können, der gleich oder größer als $70^{\circ}34'$, aber kleiner als 180° ist. Wenn also alle Rotationsachsen in einer Ebene liegen, ein ebenes Polygon bilden sollen, dann ist der erste mögliche Fall das Quadrat und somit der erste mögliche Raumring der Vierring. Als nächst höherer erscheint, da hier nur geradzählige Ringe berücksichtigt werden sollen, der Sechsring und dann der Achtring usw.

2) Der Winkel, den die Krafrichtungen einschließen, beträgt $109^{\circ}28'14''$, dann ist

$$\frac{p}{g} = \tan \frac{1}{2}(109^{\circ}28'14'') = \sqrt{2}.$$

Für $\cos \sigma = 0$ ist $\alpha = 90^\circ$.

Für $\cos \sigma = 1$ ist $\alpha = 54^\circ 44' 7''$.

Mithin können sich die Rotationsachsen unter einem Winkel schneiden, der gleich oder größer als $109^\circ \dots$, aber kleiner als 180° ist; d. h. der niedrigste mögliche Ring ist, wenn alle Rotationsachsen in einer Ebene liegen, der Sechsring, dann folgt der Achtring usw.

Untersuchung der einzelnen Ringe.

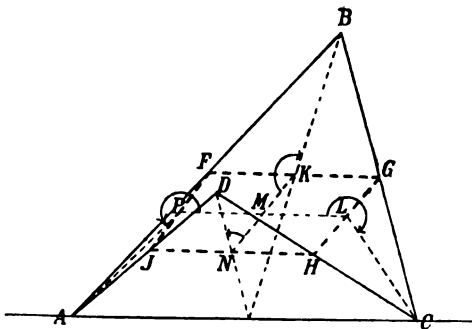
Diese Ringe können in zweierlei Weise berechnet werden: 1) als solche, d. h. da die ringbildenden Rotationsachsen, um welche die Schwerpunkte der Bausteine rotieren, ein n -Eck bilden, sucht man das Maximum der Entfernung zweier um zwei sich schneidenden Seiten des n -Ecks rotierender Punkte. Diese Methode führt zu Systemen von Gleichungen, deren Anzahl gleich der Zahl der Seiten des n -Ecks mit ebenso vielen Unbekannten. Namentlich bei den höheren Ringen ist diese Methode unbequem. Einfacher gestaltet sich die Untersuchung, wenn wir das n -Eck auf ein niederes zurückführen können, was meistens der Fall sein dürfte. So lassen sich beide Sechsringe auf Dreiecke, die Achtringe auf Vierecke zurückführen, um deren Seiten die Punkte ebenfalls rotieren. Demgemäß wird die Zahl der aufzulösenden Gleichungen geringer. Bei dem Vierring sei die erste Methode durchgeführt; bei den höheren Ringen wollen wir uns auf die letzte beschränken.

I. Der Raumvierring.

(S. Fig. 1, Taf. II.)

Ein solcher ist nur möglich, wenn die Krafrichtungen sich unter dem Winkel $70^\circ 34' 46''$ schneiden.

Fig. 2.



In Fig. 2 sei $ABCD$ ein Raumviereck. Bei demselben rotieren die vier Punkte A, B, C, D um die Hexaëderkanten als Axen, und diese bilden ein Quadrat $FGHI$. Es entsteht daher die Aufgabe: In welcher Lage erreichen je zwei Punkte ihre Maximalentfernung, wenn sich die Rotationsachsen unter einem Winkel $2\gamma = 90^\circ$ schneiden. Setzen wir die

Hexaëderkante gleich 1, dann ist $p = \frac{1}{2}$ und $g = \frac{1}{2}\sqrt{2}$. Die Maximalentfernung soll, da ja die Krafrichtungen von ihrer Normallage nicht abgelenkt sein sollen, gleich $2 \cdot \frac{1}{2}\sqrt{3} = \sqrt{3}$ sein. Diese hängt ab von den

Rotationswinkeln je zweier Nachbarpunkte. Wir wenden daher die allgemeine Formel an:

$$DE^2 = 2[g^2 - 2p^2 \sin^2 \zeta - 2pg \sin \zeta \cos \zeta \cos \sigma - 2gp \sin \zeta \cos \zeta \cos \tau - g^2 \sin \tau \sin \sigma + g^2 (\cos^2 \zeta - \sin^2 \zeta) \cos \sigma \cos \tau].$$

Bezeichnen wir die Rotationswinkel der Reihe nach mit $\alpha, \beta, \gamma, \delta$, dann erhalten wir folgende vier Gleichungen:

$$\begin{aligned} \text{I. } 3 &= -2 \sin \alpha \sin \beta - \sqrt{2} \cos \alpha - \sqrt{2} \cos \beta \\ \text{II. } 3 &= -2 \sin \beta \sin \gamma - \sqrt{2} \cos \beta - \sqrt{2} \cos \gamma \\ \text{III. } 3 &= -2 \sin \gamma \sin \delta - \sqrt{2} \cos \gamma - \sqrt{2} \cos \delta \\ \text{IV. } 3 &= -2 \sin \delta \sin \alpha - \sqrt{2} \cos \delta - \sqrt{2} \cos \alpha. \end{aligned}$$

Ersetzen wir \sin durch $\sqrt{1 - \cos^2}$, dann erhalten wir folgende vier Gleichungen mit den vier Unbekannten $\cos \alpha, \cos \beta, \cos \gamma, \cos \delta$:

$$\begin{aligned} \text{Ia. } 3 &= -2\sqrt{1 - \cos^2 \alpha} \cdot \sqrt{1 - \cos^2 \beta} - \sqrt{2} \cos \alpha - \sqrt{2} \cos \beta \\ \text{IIa. } 3 &= -2\sqrt{1 - \cos^2 \beta} \cdot \sqrt{1 - \cos^2 \gamma} - \sqrt{2} \cos \beta - \sqrt{2} \cos \gamma \\ \text{IIIa. } 3 &= -2\sqrt{1 - \cos^2 \gamma} \cdot \sqrt{1 - \cos^2 \delta} - \sqrt{2} \cos \gamma - \sqrt{2} \cos \delta \\ \text{IVa. } 3 &= -2\sqrt{1 - \cos^2 \delta} \cdot \sqrt{1 - \cos^2 \alpha} - \sqrt{2} \cos \delta - \sqrt{2} \cos \alpha. \end{aligned}$$

Wir setzen $1 - \cos^2 \alpha = n$ und $3 + \sqrt{2} \cos \alpha = l$ und erhalten aus Ia

$$\cos \beta = \frac{-\sqrt{2}l \pm \sqrt{4n(4n+2-l^2)}}{4n+2}$$

und aus IVa

$$\cos \delta = \frac{-\sqrt{2}l \pm \sqrt{4n(4n+2-l^2)}}{4n+2}$$

1. Fall. Die Wurzelzeichen haben gleiches Vorzeichen.

Mithin ist $\cos \beta = \cos \delta$. Andererseits ergibt sich durch Entwicklung von $\cos \alpha$ aus Ia und $\cos \gamma$ aus IIa, daß $\cos \alpha = \cos \gamma$ ist, wenn wir den Wurzelzeichen gleiche Vorzeichen zulegen.

Ferner erhält man aus Ia durch Umformen und Quadrieren folgende Gleichung:

$$\begin{aligned} -4 \cos^2 \alpha \cos^2 \beta + 4 \cos \alpha \cos \beta + 6 \cos^2 \alpha + 6 \cos^2 \beta \\ + 6 \sqrt{2} \cos \beta + 6 \sqrt{2} \cos \alpha + 5 = 0, \end{aligned}$$

in der $\cos \alpha$ mit $\cos \beta$ vertauscht werden kann. Daher ist auch $\cos \alpha = \cos \beta$, und die letzte Gleichung nimmt die Form an:

$$-4 \cos^4 \alpha + 16 \cos^2 \alpha + 12 \sqrt{2} \cos \alpha + 5 = 0.$$

Die Wurzeln dieser Gleichung sind:

$$\begin{aligned} \cos \alpha_1 &= -\frac{1}{2} \sqrt{2} \\ \cos \alpha_2 &= -\frac{1}{2} \sqrt{2} \\ \cos \alpha_3 &= \frac{1}{2} \sqrt{2} + \sqrt{3} \\ \cos \alpha_4 &= \frac{1}{2} \sqrt{2} - \sqrt{3}. \end{aligned}$$

Die beiden letzten Werte sind, da der absolute Wert größer als 1 ist, auszuschließen und wir erhalten als erste Lösung:

$$\cos \alpha = \cos \beta = \cos \gamma = \cos \delta = -\frac{1}{2}\sqrt{2}.$$

Um nun die Winkel selbst zu bestimmen, wissen wir aus der allgemeinen Entwicklung, daß dieselben abwechselnd im zweiten und dritten Quadranten liegen müssen. Dasselbe ergibt sich auch aus einer der obigen Grundgleichungen, z. B. I, in der das Produkt der beiden Sinusse negativ ist. Ist also $\cos \alpha = \cos \beta = \cos \gamma = \cos \delta$, dann ist die einzige Lösung:

$$\alpha = 135^\circ, \beta = 225^\circ, \gamma = 135^\circ, \delta = 225^\circ.$$

II. Fall. Die Wurzelzeichen haben verschiedenes Vorzeichen.

Von den vier Grundgleichungen läßt sich eine andere herleiten von der Form:

$$3 = -2\sqrt{1 - \cos^2 \beta} \cdot \sqrt{1 - \cos^2 \delta} - \sqrt{2} \cos \beta - \sqrt{2} \cos \delta,$$

in die folgende Werte für $\cos \beta$ und $\cos \delta$ einzuführen sind:

$$\begin{aligned} \cos \beta &= \frac{-\sqrt{2}l + \sqrt{4n(4n+2-l)}}{4n+2} \\ \cos \delta &= \frac{-\sqrt{2}l - \sqrt{4n(4n+2-l)}}{4n+2}. \end{aligned}$$

Mit den Abkürzungen $x = 4n(4n+2-l)$ und $Z = 4n+2$ liefert obige Gleichung nach einigen Umformungen:

$$3 - \frac{4l}{Z} = -\frac{2}{Z^2} \sqrt{Z^4 - 4l^2 Z^2 - 2xZ^2 + (x - 2l^2)^2},$$

die durch Wiedereinführung der Werte für Z und x weiter übergeht in:

$$3 - \frac{4l}{4n+2} = -\frac{2}{4n+2} (2-l).$$

Daraus wird:

$$3(4n+2) - 4l + 2(2-l) = 0.$$

Durch Wiedereinführen der Werte für n und l erhalten wir die Schlußgleichung:

$$2\cos^2 \alpha + 2\sqrt{2}\cos \alpha + 1 = 0,$$

die als einzigen Wert liefert:

$$\cos \alpha = -\frac{1}{2}\sqrt{2}.$$

Mithin ist dieser Fall identisch mit dem ersten, was zur Folge hat, daß der Wurzelausdruck im Zähler des Wertes für $\cos \beta$ ($\cos \delta$ usw.) verschwinden muß, was tatsächlich der Fall ist.

Das Endresultat ist: Es ist nur ein Raumvierring möglich.

II. Die Raumsechsringe.

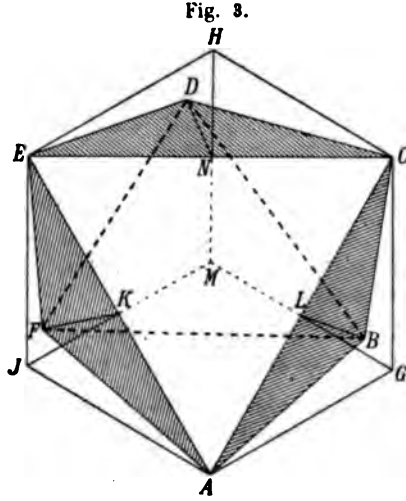
(S. Figg. 2–5, Taf. II.)

Die zweite Gruppe in der Reihe der homogenen Ringe bilden die Raumsechsringe, die sowohl mit dem Kraftrichtungswinkel $70^\circ 34' 46''$, als auch mit einem solchen von $109^\circ 28' 14''$ möglich sind. Die ersteren erscheinen als zweites Glied in der Reihe der Ringe dieser Art, die letzteren sind die Anfangsglieder einer neuen Reihe. Die Aufgabe ist: Alle Raumsechsringe aufzusuchen und ihre Eigentümlichkeiten festzustellen.

A. Die Raumsechsringe mit dem Schnittwinkel $70^{\circ} 34' 46''$.

In Fig. 3 sei $ABCDEF$ ein reguläres Raumsechseck. Dasselbe läßt sich immer auf ein Dreieck zurückführen, um dessen Seiten die übrigen Punkte rotieren. Die Punkte F, B, D rotieren also um die Seiten des gleichseitigen Dreieckes AEC als Rotationsachsen, die sich alsdann unter einem Winkel von $60^{\circ} = 2\zeta$ schneiden. In den regulären Ringen wird dann die Entfernung zweier Punkte gleich den Seiten des gleichseitigen Dreieckes. Daher findet die vereinfachte Gleichung:

$$\begin{aligned} 2p^2 \cos^2 \zeta - g^2 = \\ g^2 (\cos^2 \zeta - \sin^2 \zeta) \cos \sigma \cos \tau \\ - g^2 \sin \sigma \sin \tau - 2gp \sin \zeta \cos \zeta \cos \sigma - 2gp \sin \zeta \cos \zeta \cos \tau \end{aligned}$$



Anwendung. Bei dem Kraftrichtungsschnittwinkel von $70^{\circ} \dots$ ist $p = \frac{1}{2}$ und $g = \frac{1}{2}\sqrt{2}$ auf die Hexaëderkante als Einheit bezogen. Bezeichnen wir die Rotationswinkel der Reihe nach mit α, β, γ , so erhalten wir, da die Entfernung von je zwei Rotationswinkeln abhängig ist, folgende drei Gleichungen:

$$\begin{aligned} \text{I.} \quad -1 &= 2 \cos \alpha \cos \beta - 4 \sin \alpha \sin \beta - \sqrt{6} \cos \alpha - \sqrt{6} \cos \beta \\ \text{II.} \quad -1 &= 2 \cos \gamma \cos \beta - 4 \sin \gamma \sin \beta - \sqrt{6} \cos \beta - \sqrt{6} \cos \gamma \\ \text{III.} \quad -1 &= 2 \cos \alpha \cos \gamma - 4 \sin \alpha \sin \gamma - \sqrt{6} \cos \alpha - \sqrt{6} \cos \gamma, \end{aligned}$$

welche folgende drei Gleichungen mit den drei Unbekannten $\cos \alpha, \cos \beta, \cos \gamma$ liefern:

$$\begin{aligned} \text{Ia.} \quad -1 &= 2 \cos \alpha \cos \beta - 4 \sqrt{1 - \cos^2 \alpha} \cdot \sqrt{1 - \cos^2 \beta} - \sqrt{6} \cos \alpha - \sqrt{6} \cos \beta \\ \text{IIa.} \quad -1 &= 2 \cos \beta \cos \gamma - 4 \sqrt{1 - \cos^2 \beta} \cdot \sqrt{1 - \cos^2 \gamma} - \sqrt{6} \cos \beta - \sqrt{6} \cos \gamma \\ \text{IIIa.} \quad -1 &= 2 \cos \alpha \cos \gamma - 4 \sqrt{1 - \cos^2 \alpha} \cdot \sqrt{1 - \cos^2 \gamma} - \sqrt{6} \cos \alpha - \sqrt{6} \cos \gamma. \end{aligned}$$

Wir entwickeln aus Ia $\cos \beta$. Setzen wir:

$$\sqrt{6} \cos \alpha - 1 = n, \quad \sqrt{6} - 2 \cos \alpha = p, \quad 1 - \cos^2 \alpha = q,$$

dann erhalten wir:

$$\cos \beta = \frac{-np \pm \sqrt{16q(p^2 + 16q - n^2)}}{p^2 + 16q}.$$

Aus IIIa erhalten wir mit denselben Abkürzungen:

$$\cos \gamma = \frac{-np \pm \sqrt{16q(p^2 + 16q - n^2)}}{p^2 + 16q}.$$

Die Biformität der Quadratwurzel in den vorstehenden Ausdrücken gibt Veranlassung zur Unterscheidung zweier Fälle:

I. Fall. Die Wurzelausdrücke haben gleiches Vorzeichen. Dann ist $\cos \beta = \cos \gamma$ und die Gleichung IIa geht über in:

$$\begin{aligned} -4 &= 2 \cos^2 \beta - 4(1 - \cos^2 \beta) - \sqrt{6} \cos \beta - \sqrt{6} \cos \beta \\ 6 \cos^2 \beta - 2 \sqrt{6} \cos \beta - 3 &= 0, \\ \cos \beta_1 &= \frac{1}{2} \sqrt{6} \\ \cos \beta_2 &= -\frac{1}{2} \sqrt{6}. \end{aligned}$$

Von diesen beiden Werten ist der erste auszuschneiden, der absolut größer als 1. Zur Bestimmung von α entwickeln wir aus dem Ausdrucke für $\cos \beta$ die Gleichung und erhalten:

$$\begin{aligned} (22 - 4\sqrt{6} \cos \alpha - 12 \cos^2 \alpha) [\cos^2 \alpha (22 - 4\sqrt{6} \cos \beta - 12 \cos^2 \beta) \\ + 2 \cos \alpha (8 \cos \beta - 2\sqrt{6} \cos^2 \beta - \sqrt{6}) + 22 \cos^2 \beta - 2\sqrt{6} \cos \beta - 15] = 0. \end{aligned}$$

In derselben kann $\cos \alpha$ mit $\cos \beta$ vertauscht werden, daher $\cos \alpha = \cos \beta$. Die Auflösung derselben ergibt:

$$\begin{aligned} \text{a) } 12 \cos^2 \alpha + 4\sqrt{6} \cos \alpha - 22 &= 0. \\ \cos \alpha_1 &= -\frac{1}{6} \sqrt{6} + \sqrt{2} \\ \cos \alpha_2 &= -\frac{1}{6} \sqrt{6} - \sqrt{2}. \\ \text{b) } \cos^2 \alpha (22 - 4\sqrt{6} \cos \beta - 12 \cos^2 \beta) + 2 \cos \alpha (8 \cos \beta - 2\sqrt{6} \cos^2 \beta - \sqrt{6}) \\ &+ 22 \cos^2 \beta - 2\sqrt{6} \cos \beta - 15 = 0. \end{aligned}$$

Für $\cos \beta = -\frac{1}{6} \sqrt{6}$ liefert dieselbe:

$$\begin{aligned} 36 \cos^2 \alpha - 8\sqrt{6} \cos \alpha - 44 &= 0. \\ \cos \alpha_3 &= \frac{7}{18} \sqrt{6} \\ \cos \alpha_4 &= -\frac{1}{6} \sqrt{6}. \end{aligned}$$

Von diesen vier Werten scheiden die beiden ersten wieder aus, die absolut > 1 ; die beiden letzten sind reell.

Die eine Lösung der Aufgabe ist also:

$$\cos \alpha = \cos \beta = \cos \gamma = -\frac{1}{6} \sqrt{6}.$$

Die zweite Lösung $\cos \alpha = +\frac{7}{18} \sqrt{6}$ wird weiter unten beim Fall II eine Deutung finden. Um nun in der ersten Lösung über die Winkel selbst zu entscheiden, muß man berücksichtigen, daß $\cos \alpha = \cos(360^\circ - \alpha)$ ist, und wir haben folgende Möglichkeiten zu untersuchen:

- 1) Alle Winkel sind gleich, entweder gleich $144^\circ 5'$ oder gleich $245^\circ 55'$.
- 2) Der eine Winkel ist gleich $245^\circ 55'$, die beiden anderen je $144^\circ 5'$ oder umgekehrt.

Die letzte Möglichkeit ist auszuschließen, da das Produkt der beiden Sinusse negativ sein würde, was einer unserer Grundgleichungen widerspricht. Bei der ersten Möglichkeit ist es gleichbedeutend, ob alle Winkel gleich $144^\circ 5'$ oder gleich $245^\circ 55'$ sind. Durch Umkehren der Configuration im Raume geht die eine in die andere über.

II. Fall. Die Wurzelausdrücke haben verschiedenes Vorzeichen; also

$$\cos \beta = \frac{-np + \sqrt{16q(p^2 + 16q - n^2)}}{p^2 + 16q}$$

$$\cos \gamma = \frac{-np - \sqrt{16q(p^2 + 16q - n^2)}}{p^2 + 16q}.$$

Diese beiden Ausdrücke in die Gleichung IIa, nachdem man vorher der Kürze halber $16q(p^2 + 16q - n^2) = x$ und $p^2 + 16q = Z$ gesetzt hat, eingeführt, liefert:

$$-1 = 2 \frac{\sqrt{x} - np}{Z} \cdot \frac{-\sqrt{x} - np}{Z} - 4 \sqrt{\left[1 - \frac{(-np + \sqrt{x})^2}{Z^2}\right] \left[1 - \frac{(-np - \sqrt{x})^2}{Z^2}\right]} \\ - \sqrt{6} \cdot \frac{-np + \sqrt{x}}{Z} - \sqrt{6} \cdot \frac{-np - \sqrt{x}}{Z}.$$

Nach einigen Operationen erhält man die Schlußgleichung:

$$2(16q - n^2)(16q + p^2) - (p^2 + 16q)(p^2 + 16q + 2np\sqrt{6}) = \\ - 4\sqrt{(p^2 + 16q)^2(p^2 - n^2)^2} \quad \text{oder} \quad = - 4\sqrt{(p^2 - 16q)^2(n^2 - p^2)^2}.$$

Auch hier müssen wir wegen der Biformität der Quadratwurzel wieder zwei Fälle unterscheiden:

$$1) \quad 2(16q - n^2)(16q + p^2) - (p^2 + 16q)(p^2 + 16q + 2np\sqrt{6}) = \\ - 4(p^2 + 16q)(p^2 - n^2),$$

die nach einigen Operationen liefert:

$$(p^2 + 16q)[3p^2 + 16q - 6n^2 - 2np\sqrt{6}] = 0.$$

Diese Gleichung wird in zweierlei Weise befriedigt:

$$a) \quad p^2 + 16q = 0 = 12\cos^2 \alpha + 4\sqrt{6}\cos \alpha - 22.$$

Beide Werte für $\cos \alpha$ sind unmöglich (siehe oben).

$$b) \quad 3p^2 + 16q - 6n^2 - 2np\sqrt{6}$$

die mit den Werten für p, q und n übergeht in:

$$-16\cos^2 \alpha - 16\sqrt{6}\cos \alpha + 40 = 0$$

$$2\cos^2 \alpha + 2\sqrt{6}\cos \alpha - 5 = 0$$

$$\cos \alpha_1 = -\frac{1}{2}\sqrt{6} + 2$$

$$\cos \alpha_2 = -\frac{1}{2}\sqrt{6} - 2.$$

Der letzte Fall ist wieder unmöglich.

$$2) \quad 2(16q - n^2)(16q + p^2) - (p^2 + 16q)(p^2 + 16q + 2np\sqrt{6}) = \\ 4(p^2 + 16q)(p^2 - n^2).$$

Dieselbe liefert:

$$(p^2 + 16q)[2n^2 - 5p^2 + 16q - 2np\sqrt{6}] = 0.$$

Setzen wir den Klammerausdruck gleich 0, so liefert derselbe mit den Werten für p, q und n

$$0 \cdot \cos^2 \alpha + 0 \cdot \cos \alpha + 0 = 0,$$

eine Gleichung, die durch jedes α befriedigt wird. Jedoch können bestimmte Werte von α imaginäre Werte für $\cos \beta$ und $\cos \gamma$ oder auch nur für einen derselben liefern. Die zugehörigen Werte ergeben sich aus den Ausdrücken für die Cosinus; dabei muß berücksichtigt werden, daß das Product der Sinus das Vorzeichen der drei Grundgleichungen erhält.

Die Grenzen, zwischen denen sich α bewegen muß, ergeben sich aus der Gleichung Fall I:

$$\cos \alpha = \frac{1}{18}\sqrt{6}, \quad \alpha = 170^\circ 43'.$$

die in Verbindung mit der Gleichung $\cos \alpha = \cos(860^\circ - \alpha)$ zwei Werte liefert, von denen der eine die unterste, der andere die oberste Grenze darstellt. Es muß sein

$$470^\circ 43' \leq \alpha \leq 842^\circ 47'.$$

B. Die Raumsechsringe mit dem Schnittwinkel $109^\circ 28' 14''$.

Die Untersuchung dieser Ringe gestaltet sich analog der der vorigen Ringe. Wir führen dieselben wieder auf ein gleichseitiges Dreieck zurück; der Schnittwinkel der Rotationsachsen, d. s. die Flächendiagonalen des Hexaëders, bleibt derselbe. Entsprechend der Veränderung des Kraftrichtungsschnittwinkels sind die Größen p und q verändert. Auf die halbe Körperdiagonale als Einheit bezogen, ist $p = \frac{1}{3}\sqrt{6}$ und $q = \frac{1}{3}\sqrt{3}$. Auch in diesem Falle findet die vereinfachte Gleichung Anwendung, da ja die Entfernung der rotierenden Punkte und die Rotationsaxe zusammenfallen. Bezeichnen wir die Rotationswinkel wieder der Reihe nach mit α , β , γ , so liefern diese Werte folgende drei Gleichungen mit den Unbekannten $\cos \alpha$, $\cos \beta$, $\cos \gamma$:

$$\text{I. } 4 = \cos \alpha \cos \beta - 2 \sin \alpha \sin \beta - \sqrt{6} \cos \alpha - \sqrt{6} \cos \beta$$

$$\text{II. } 4 = \cos \beta \cos \gamma - 2 \sin \beta \sin \gamma - \sqrt{6} \cos \beta - \sqrt{6} \cos \gamma$$

$$\text{III. } 4 = \cos \gamma \cos \alpha - 2 \sin \gamma \sin \alpha - \sqrt{6} \cos \gamma - \sqrt{6} \cos \alpha,$$

die durch eine einfache Operation übergehen in:

$$\text{Ia. } 4 = \cos \alpha \cos \beta - 2 \sqrt{1 - \cos^2 \alpha} \cdot \sqrt{1 - \cos^2 \beta} - \sqrt{6} \cos \alpha - \sqrt{6} \cos \beta$$

$$\text{IIa. } 4 = \cos \beta \cos \gamma - 2 \sqrt{1 - \cos^2 \beta} \cdot \sqrt{1 - \cos^2 \gamma} - \sqrt{6} \cos \gamma - \sqrt{6} \cos \beta$$

$$\text{IIIa. } 4 = \cos \gamma \cos \alpha - 2 \sqrt{1 - \cos^2 \alpha} \cdot \sqrt{1 - \cos^2 \gamma} - \sqrt{6} \cos \gamma - \sqrt{6} \cos \alpha.$$

Aus Ia entwickelt sich, wenn wir $1 - \cos^2 \alpha = n$, $4 + \sqrt{6} \cos \alpha = p$ und $\sqrt{6} - \cos \alpha = q$ setzen:

$$\cos \beta = \frac{-pq \pm \sqrt{16n^2 + 4nq^2 - 4np^2}}{q^2 + 4n}$$

und aus IIIa erhalten wir mit denselben Abkürzungen:

$$\cos \gamma = \frac{-pq \pm \sqrt{16n^2 + 4nq^2 - 4np^2}}{q^2 + 4n}.$$

Die Biformität der Quadratwurzel gibt Veranlassung zur Unterscheidung zweier Fälle.

1. Fall. Die Wurzeln haben gleiches Vorzeichen.

Dann ist $\cos \beta = \cos \gamma$ und die Gleichung IIa geht über in:

$$4 = \cos^2 \beta - 2(1 - \cos^2 \beta) - \sqrt{6} \cos \beta - \sqrt{6} \cos \beta$$

$$3 \cos^2 \beta - 2 \sqrt{6} \cos \beta - 6 = 0.$$

$$\cos \beta_1 = \sqrt{6}$$

$$\cos \beta_2 = -\frac{1}{3} \sqrt{6}.$$

Der erste dieser Werte scheidet aus, da unmöglich. Zur Bestimmung von α entwickeln wir aus dem Ausdrucke für $\cos \beta$ die Gleichung und erhalten beim Wiedereinführen der Abkürzungen die Gleichung:

$$[40 - 2\sqrt{6}\cos\alpha - 3\cos^2\alpha][\cos^2\alpha(40 - 2\sqrt{6}\cos\beta - 3\cos^2\beta) + \cos\alpha(8\sqrt{6} + 4\cos\beta - 2\sqrt{6}\cos^2\beta) + 40\cos^2\beta + 8\sqrt{6}\cos\beta + 42] = 0.$$

Da in derselben wieder beide Unbekannten vertauscht werden können, ist $\cos\alpha = \cos\beta$. Die Auflösung der Gleichung ergibt:

$$a) \quad 40 - 2\sqrt{6}\cos\alpha - 3\cos^2\alpha = 0.$$

$$\cos\alpha_1 = -\frac{1}{3}\sqrt{6} + 2$$

$$\cos\alpha_2 = -\frac{1}{3}\sqrt{6} - 2.$$

$$b) \quad \cos^2\alpha(40 - 2\sqrt{6}\cos\beta - 3\cos^2\beta) + \cos\alpha(8\sqrt{6} + 4\cos\beta - 2\sqrt{6}\cos^2\beta) + 40\cos^2\beta + 8\sqrt{6}\cos\beta + 42 = 0;$$

für $\cos\beta = -\frac{1}{3}\sqrt{6}$ geht dieselbe über in:

$$9\cos^2\alpha + 4\sqrt{6}\cos\alpha + 2 = 0.$$

$$\cos\alpha_3 = -\frac{1}{3}\sqrt{6}$$

$$\cos\alpha_4 = -\frac{1}{3}\sqrt{6}.$$

Die beiden ersten Werte sind imaginär, die beiden letzten reell. Die eine Lösung der Aufgabe ist aber

$$\cos\alpha = \cos\beta = \cos\gamma = -\frac{1}{3}\sqrt{6}.$$

Die zweite Lösung $\cos\alpha = -\frac{1}{3}\sqrt{6}$ findet wieder im Fall II eine Deutung. Aus denselben Gründen, wie bei den andern Raumsechsringen, folgt hier, daß

$$\alpha = \beta = \gamma \text{ entweder } = 144^\circ 44' \text{ oder } = 215^\circ 16' \text{ sein muß.}$$

II. Fall. Die Wurzel ausdrücke haben verschiedenes Vorzeichen. Es ist also:

$$\cos\beta = \frac{-pq + \sqrt{16n^2 + 4nq^2 - 4np^2}}{q^2 + 4n}$$

$$\cos\gamma = \frac{-pq - \sqrt{16n^2 + 4nq^2 - 4np^2}}{q^2 + 4n}.$$

Führen wir diese Ausdrücke in die Gleichung IIa ein; nachdem wir $16n^2 + 4nq^2 - 4np^2 = x$ und $q^2 + 4n = Z$ gesetzt haben, erhalten wir:

$$4 = \frac{\sqrt{x} - pq}{Z} \cdot \frac{-pq - \sqrt{x}}{Z} - 2 \sqrt{1 - \frac{(\sqrt{x} - pq)^2}{Z^2}} \cdot \sqrt{1 - \frac{(-pq - \sqrt{x})^2}{Z^2}} - \sqrt{6} \cdot \frac{\sqrt{x} - pq}{Z} - \sqrt{6} \cdot \frac{-pq - \sqrt{x}}{Z}.$$

Die nach einigen Operationen folgende Schlußgleichung liefert:

$$[4n + q^2][4q^2 + 16n - 2pq\sqrt{6} - p^2] = -2\sqrt{(q^2 + 4n)^2(q^2 - p^2)} \\ \text{oder} = -2\sqrt{(q^2 + 4n)^2(p^2 - q^2)}.$$

Wegen der Biformität der Wurzel unterscheiden wir wieder zwei Fälle:

$$1) \quad [4n + q^2][4q^2 + 16n - 2pq\sqrt{6} - p^2] = -2(q^2 + 4n)(q^2 - p^2).$$

Diese Gleichung wird in zweierlei Weise befriedigt:

$$a) \quad q^2 + 4n = 0 = -3\cos^2\alpha - 2\sqrt{6}\cos\alpha + 40 = 0 \text{ (siehe oben).}$$

Beide Werte für $\cos\alpha$ sind unmöglich.

$$b) \quad 4q^2 + 16n - 2pq\sqrt{6} - p^2 + 2q^2 - 2p^2 = 0,$$

die mit den Werten für p , q und n übergeht in:

$$-20 \cos^2 \alpha - 40 \sqrt{6} \cos \alpha - 40 = 0.$$

$$\cos^2 \alpha + 2 \sqrt{6} \cos \alpha + 2 = 0$$

$$\cos \alpha_1 = -\sqrt{6} + 2$$

$$\cos \alpha_2 = -\sqrt{6} - 2.$$

Der letzte Wert ist wieder imaginär.

$$2) (4n + q^2)(4q^2 + 16n - 2pq\sqrt{6} - p^2) = +2(q^2 + 4n)(q^2 - p^2)$$

$$(4n + q^2)(4q^2 + 16n - 2pq\sqrt{6} - p^2 - 2q^2 + 2p^2) = 0.$$

Setzen wir den Klammerausdruck $= 0$, so liefert derselbe mit den Werten für p , q und n

$$0 \cdot \cos^2 \alpha + 0 \cdot \cos \alpha + 0 = 0,$$

eine Gleichung, die durch jedes α befriedigt wird. Jedoch erleidet der Wertebereich für α eine Einschränkung, indem bestimmte Werte von α für $\cos \beta$ und $\cos \gamma$ imaginäre Werte liefern, die sich aus den Ausdrücken für die Cosinusse ergeben. Die äußersten Grenzen der Werte für α bestimmen sich aus dem unter Fall I gefundenen Werte:

$$\cos \alpha = -\frac{1}{3}\sqrt{6} \quad (\alpha = 105^\circ 48'),$$

der in Verbindung mit der Gleichung $\cos \alpha = \cos(360^\circ - \alpha)$ zwei Werte für α liefert, von denen der eine die unterste, der andere die oberste Grenze darstellt. Demgemäß müssen die Werte von α folgender Bedingung genügen:

$$105^\circ 48' \leq \alpha \leq 254^\circ 12'.$$

Aus dem symmetrischen Bau der Grundgleichungen in bezug auf die Unbekannten geht in beiden Fällen hervor, daß diese unter sich vertauscht werden können, daß demgemäß unendlich viele Ringe möglich sind, die wegen der Stetigkeit der Funktionen eine stetige Aufeinanderfolge bilden. In jedem der beiden Fälle aber zeichnet sich einer aus, nämlich der, bei dem $\cos \alpha = \cos \beta = \cos \gamma$ (bei dem Schnittwinkel von $70^\circ 34' 46'' = -\frac{1}{3}\sqrt{6}$, bei dem Winkel $109^\circ 28' 14'' = -\frac{1}{3}\sqrt{6}$) ist. Diese beiden Ringe sind starr und können ohne vorübergehende Ablenkung der Krafrichtungen von ihrer Normallage nicht in einen anderen derselben Art übergeführt werden. Die Rotationsachsen liegen bei denselben in einer Ebene und bilden ein reguläres Sechseck.

III. Die Raumachtringe.

(S. Figg. 6 und 7 auf Tafel II.)

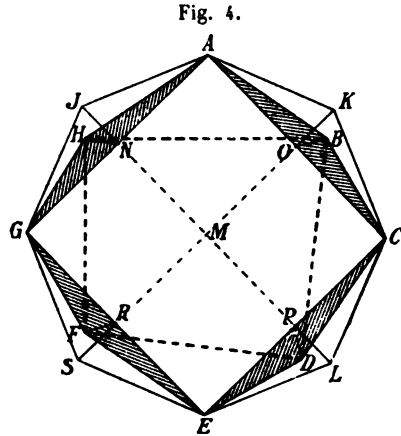
Während die mathematische Behandlung der vorhergehenden Ringe noch verhältnismäßig sich einfach gestaltete, tritt bei den hier zu untersuchenden Ringen eine größere Anzahl von Möglichkeiten ein. Die Acht-ringe selbst sind gemäß der allgemeinen Entwicklung sowohl mit dem Krafrichtungsschnittwinkel von $70^\circ 34' 46''$, als auch mit dem Winkel $109^\circ 28' 14''$ möglich. Wieder haben wir die Aufgabe zu lösen: Alle Raum-achtringe aufzusuchen und ihre Eigentümlichkeiten festzustellen. Dabei

müssen wir auf einen eventuellen Zusammenhang dieser Ringe mit den vorhergehenden bedacht sein und diesen zu ergründen suchen.

A. Die Raumachtringe mit dem Schnittwinkel $70^{\circ}34'46''$.

In Fig. 4 sei $ABCDEFGH$ ein reguläres Raumachsteck. Wie wir die Raumsechsecke auf ein gleichseitiges Dreieck zurückgeführt haben, beziehen wir die Achstecke auf ein Quadrat. Die vier Punkte B, D, F, H rotieren um die Seiten des Quadrats $ACEG$. Diese Rotationsachsen schließen demgemäß einen Winkel von $90^{\circ} = 2\zeta$ ein und da die Rotationsachsen wieder mit der gesuchten Entfernung zusammenfallen, findet wieder die vereinfachte Gleichung:

$$\begin{aligned} 2p^2 \cos^2 \zeta - g^2 = \\ g^2 (\cos^2 \zeta - \sin^2 \zeta) \cos \sigma \cos \tau - g^2 \sin \sigma \sin \tau - 2gp \sin \zeta \cos \zeta \cos \sigma \\ - 2gp \sin \zeta \cos \zeta \cos \tau \end{aligned}$$



Anwendung. Auf die Hexaëderkante als Einheit bezogen ist bei dem Kraftrichtungsschnittwinkel von $70^{\circ}34'46''$ $p = \frac{1}{2}$ und $g = \frac{1}{2}\sqrt{2}$. Diese Größen liefern folgende vier Gleichungen, wenn wir die Rotationswinkel der Reihe nach mit $\alpha, \beta, \gamma, \delta$ bezeichnen:

$$\begin{aligned} \text{I.} \quad -1 &= -2 \sin \alpha \sin \beta - \sqrt{2} \cos \alpha - \sqrt{2} \cos \beta \\ \text{II.} \quad -1 &= -2 \sin \beta \sin \gamma - \sqrt{2} \cos \beta - \sqrt{2} \cos \gamma \\ \text{III.} \quad -1 &= -2 \sin \gamma \sin \delta - \sqrt{2} \cos \gamma - \sqrt{2} \cos \delta \\ \text{IV.} \quad -1 &= -2 \sin \delta \sin \alpha - \sqrt{2} \cos \delta - \sqrt{2} \cos \alpha, \end{aligned}$$

die durch einfache Substitution übergehen in:

$$\begin{aligned} \text{Ia.} \quad -1 &= -2\sqrt{1 - \cos^2 \alpha} \cdot \sqrt{1 - \cos^2 \beta} - \sqrt{2} \cos \alpha - \sqrt{2} \cos \beta \\ \text{IIa.} \quad -1 &= -2\sqrt{1 - \cos^2 \beta} \cdot \sqrt{1 - \cos^2 \gamma} - \sqrt{2} \cos \beta - \sqrt{2} \cos \gamma \\ \text{IIIa.} \quad -1 &= -2\sqrt{1 - \cos^2 \gamma} \cdot \sqrt{1 - \cos^2 \delta} - \sqrt{2} \cos \gamma - \sqrt{2} \cos \delta \\ \text{IVa.} \quad -1 &= -2\sqrt{1 - \cos^2 \delta} \cdot \sqrt{1 - \cos^2 \alpha} - \sqrt{2} \cos \delta - \sqrt{2} \cos \alpha. \end{aligned}$$

Setzen wir der Kürze halber $1 - \cos^2 \beta = l$ und $\sqrt{2} \cos \beta - 1 = k$, so liefert Ia

$$\cos \alpha = \frac{-k\sqrt{2} \pm \sqrt{8l - 4k^2l + 16l^2}}{2 + 4l}.$$

Mit den Abkürzungen $s = \sqrt{2} \cos \alpha - 1$ und $r = 1 - \cos^2 \alpha$ erhalten wir:

$$\cos \beta = \frac{-s\sqrt{2} \pm \sqrt{4r(2 + 4r - s^2)}}{2 + 4r}.$$

Mit denselben Abkürzungen liefert die Gleichung IVa:

$$\cos \delta = \frac{-s\sqrt{2} \pm \sqrt{4r(2+4r-s^2)}}{2+4r}$$

und die Gleichung IIa liefert:

$$\cos \gamma = \frac{-k\sqrt{2} \pm \sqrt{4l(2+4l-k^2)}}{2+4l}.$$

Daraus folgt, daß I. Fall bei gleichem Vorzeichen der Wurzelausdrücke $\cos \alpha = \cos \gamma$ und $\cos \beta = \cos \delta$ ist.

Entwickeln wir aus dem ersten dieser Ausdrücke die Gleichung, dann erhalten wir:

$$(6 - 4 \cos^2 \beta)(6 \cos^2 \alpha - 4 \cos^2 \alpha \cos^2 \beta + 4 \cos \alpha \cos \beta - 2\sqrt{2} \cos \alpha + 6 \cos^2 \beta - 2\sqrt{2} \cos \beta - 3) = 0,$$

in die die beiden Unbekannten miteinander vertauscht werden können; daher sind dieselben gleich und wir haben:

$$\cos \alpha = \cos \beta.$$

Alsdann geht die Gleichung Ia über in:

$$\begin{aligned} -1 &= -2(1 - \cos^2 \alpha) - \sqrt{2} \cos \alpha - \sqrt{2} \cos \alpha \\ 2 \cos^2 \alpha - 2\sqrt{2} \cos \alpha - 1 &= 0. \\ \cos \alpha_1 &= \frac{1}{2}\sqrt{2} + 1 \\ \cos \alpha_2 &= \frac{1}{2}\sqrt{2} - 1. \end{aligned}$$

Von diesen beiden Werten scheidet der erste aus, da imaginär.

Wir greifen zurück zur Gleichung:

$$(6 - 4 \cos^2 \beta)(6 \cos^2 \alpha - 4 \cos^2 \alpha \cos^2 \beta + 4 \cos \alpha \cos \beta - 2\sqrt{2} \cos \alpha + 6 \cos^2 \beta - 2\sqrt{2} \cos \beta - 3) = 0.$$

Nur der zweite Klammerausdruck ist für die weitere Untersuchung von Interesse. Durch die Werte für $\cos \alpha = \cos \beta$ geht er über in:

$$-4 \cos^4 \alpha + 16 \cos^2 \alpha - 4\sqrt{2} \cos \alpha - 3 = 0,$$

eine Gleichung, die durch die Werte für $\cos \alpha_1$ und $\cos \alpha_2$ befriedigt wird. Nach der Division durch $[\cos \alpha - (\frac{1}{2}\sqrt{2} + 1)][\cos \alpha - (\frac{1}{2}\sqrt{2} - 1)]$ erhalten wir folgende quadratische Gleichung

$$\begin{aligned} 4 \cos^2 \alpha + 4\sqrt{2} \cos \alpha - 6 &= 0. \\ \cos \alpha_3 &= -\frac{3}{2}\sqrt{2} \\ \cos \alpha_4 &= \frac{1}{2}\sqrt{2}. \end{aligned}$$

Wieder scheidet der Wert $\cos \alpha_3 = -\frac{3}{2}\sqrt{2}$ aus, so daß nur zwei reelle Werte

$$\begin{aligned} \cos \alpha_2 &= \frac{1}{2}\sqrt{2} - 1 \\ \cos \alpha_4 &= \frac{1}{2}\sqrt{2} \end{aligned}$$

übrigbleiben. Setzen wir diese beiden Werte in den Klammerausdruck

$$6 \cos^2 \alpha - 4 \cos^2 \alpha \cos^2 \beta - 4 \cos \alpha \cos \beta - 2\sqrt{2} \cos \alpha + 6 \cos^2 \beta - 2\sqrt{2} \cos \beta - 3 = 0$$

zur Bestimmung von $\cos \beta$ ein, so erhalten wir:

$$\begin{aligned} 1) \text{ Für } \cos \alpha &= \frac{1}{2}\sqrt{2} - 1 \\ 4\sqrt{2} \cos^2 \beta - 4 \cos \beta + 4 - 4\sqrt{2} &= 0. \\ \cos \beta_1 &= +1 \\ \cos \beta_2 &= \frac{1}{2}\sqrt{2} - 1. \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} 2) \text{ Für } \cos \alpha &= \frac{1}{2}\sqrt{2} \\ \cos^2 \beta &= \frac{1}{2} \\ \cos \beta &= \pm \frac{1}{2}\sqrt{2}. \end{aligned}$$

Das Resultat ist zunächst zwei Lösungen:

$$\begin{aligned} 1) \cos \alpha &= \cos \beta = \cos \gamma = \cos \delta = \frac{1}{2}\sqrt{2} - 1 \\ 2) \cos \alpha &= \cos \beta = \cos \gamma = \cos \delta = \pm \frac{1}{2}\sqrt{2}. \end{aligned}$$

Daneben fanden wir noch für $\cos \alpha = \frac{1}{2}\sqrt{2} - 1$ einen Wert für $\cos \beta = 1$.

Erste Lösung.

$$\cos \alpha = \cos \beta = \cos \gamma = \cos \delta = \frac{1}{2}\sqrt{2} - 1 \quad (\alpha = 107^\circ 2').$$

Um nun über die Winkel selbst zu entscheiden, muß man berücksichtigen, daß $\cos \alpha = \cos (360^\circ - \alpha)$ ist, und es ist noch über folgende Möglichkeiten eine Entscheidung zu treffen:

- 1) Alle Winkel sind gleich, entweder gleich $107^\circ 2'$ oder gleich $252^\circ 58'$;
- 2) ein Winkel ist gleich $107^\circ 2'$, die drei andern je gleich $252^\circ 58'$ und umgekehrt;
- 3) zwei Winkel sind je gleich $107^\circ 2'$, die beiden andern je gleich $252^\circ 58'$ und umgekehrt.

Die beiden letzten Fälle scheiden aus, da das Product der Sinusse zweier verschiedener Winkel negativ sein würde, was immer einer unserer vier Grundgleichungen zuwiderläuft. Im ersten Falle ist es gleichgültig, ob alle Winkel gleich $107^\circ 2'$ oder gleich $252^\circ 58'$ sind; durch Umkehren der Configuration im Raume geht die eine in die andere über.

Zweite Lösung.

$$\cos \alpha = \cos \beta = \cos \gamma = \cos \delta = \pm \frac{1}{2}\sqrt{2}.$$

Wir haben hier den Cosinus der Rotationswinkel gleich dem Cosinus des Rotationswinkels des Raumvierringes. Mithin stellt dieser Fall einen Doppelraumvierring dar und einen nahen Zusammenhang mit dem einfachsten Raumringe. Die Verbindung zweier Raumvierringe zu einem Raumachtringe kann noch in verschiedener Weise hergestellt werden. Mathematisch gibt die Biformität der Quadratwurzel über die einzelnen Verbindungsweisen je zweier Raumvierringe Aufschluß.

Dritte Lösung.

$$\cos \alpha = \frac{1}{2}\sqrt{2} - 1, \text{ dann ist } \cos \beta = 1.$$

Für diese Bedingung stellt den Achtring eine eigentümliche Form dar, die aber ohne weiteres Interesse ist. Bei dem Fall II wird er aber immerhin eine Erwähnung finden.

II. Fall. Die Wurzel ausdrücke haben verschiedenes Vorzeichen.

Es ist also:

$$\begin{aligned} \cos \alpha &= \frac{-k\sqrt{2} + \sqrt{4l(2 + 4l - k^2)}}{2 + 4l} \\ \cos \gamma = \cos \beta &= \frac{-k\sqrt{2} - \sqrt{4l(2 + 4l - k^2)}}{2 + 4l}. \end{aligned}$$

Wir setzen der Kürze halber

$$4l(2 + 4l - k^2) = x \quad \text{und} \quad 2 + 4l = Z$$

und führen die dann entstehenden Werte für $\cos \alpha$ und $\cos \beta$ in die Gleichung Ia ein. Alsdann entsteht:

$$-1 = -2 \sqrt{1 - \frac{(-k\sqrt{2} + \sqrt{x})^2}{Z^2}} \cdot \sqrt{1 - \frac{(-k\sqrt{2} - \sqrt{x})^2}{Z^2}} \\ - \sqrt{2} \frac{-k\sqrt{2} + \sqrt{x}}{Z} - \sqrt{2} \frac{-k\sqrt{2} - \sqrt{x}}{Z},$$

die nach einigen Operationen folgende Schlußgleichung gibt:

$$-1 - \frac{4k}{Z} = -\frac{2}{Z^2} \sqrt{(2+4l)^2(2-k^2)^2} \quad \text{oder} \quad = -\frac{2}{Z^2} \sqrt{(2+4l)^2(k^2-2)^2}.$$

Die Biformität der Quadratwurzel bedingt wieder die Unterscheidung zweier Fälle:

$$1) \quad -1 - \frac{4k}{Z} = -\frac{2}{Z^2} (2+4l)(2-k^2)$$

oder

$$1 + \frac{4k}{Z} = \frac{2}{Z^2} (2+4l)(2-k^2).$$

Bei der Substitution des oben für Z eingeführten Ausdruckes erhalten wir folgende Schlußgleichung:

$$(2+4l)(4l+4k+2k^2-2) = 0.$$

Beim Wiedereinführen der Werte für l und k liefert der erste Klammerausdruck $= 0$ gesetzt nur imaginäre Werte; der zweite Klammerausdruck $= 0$ gesetzt geht über in die Gleichung:

$$0 \cdot \cos^2 \beta + 0 \cdot \cos \beta + 0 = 0,$$

die durch jedes β befriedigt wird.

$$2) \quad -1 - \frac{4k}{Z} = +\frac{2}{Z^2} (2+4l)(2-k^2)$$

oder

$$1 + \frac{4k}{Z} = -\frac{2}{Z^2} (2+4l)(2-k^2).$$

Für den Wert für Z erhalten wir:

$$(2+4l)(6+4l+4k-2k^2) = 0.$$

Auch hier liefert der erste Klammerausdruck $= 0$ gesetzt mit dem Werte für l nur imaginäre Werte; der zweite (gleich 0 gesetzt) geht über in die Gleichung:

$$4 \cos^2 \beta - 4 \sqrt{2} \cos \beta - 2 = 0.$$

$$\cos \beta_1 = \frac{1}{2} \sqrt{2} + 1$$

$$\cos \beta_2 = \frac{1}{2} \sqrt{2} - 1.$$

Da die zweite Lösung ein schon bekanntes Resultat liefert, können wir uns auf die erste Lösung beschränken. Das Resultat derselben ist, daß β jeden beliebigen Wert annehmen kann. Dasselbe erleidet, wie in den vorhergehenden Ringen, eine Einschränkung. Tatsächlich kann β nur Werte annehmen, deren Cosinusse zwischen $\pm \frac{1}{2} \sqrt{2}$ liegen.

Dabei ist noch zu berücksichtigen, daß das Product der Sinusse das Vorzeichen der Grundgleichungen erhält. Selbst ohne dieses Merkmal können wir ohne weiteres die Grenzen der Werte für β genau mit Hilfe der dritten Lösung des Fall I festsetzen, wo wir für $\cos \beta$ den Wert $+1$, also $\beta = 0$ oder 360° fanden. Dieses zusammengefaßt kann β die Werte zwischen 315° und 135° annehmen.

B. Die Raumachtringe mit dem Schnittwinkel $109^\circ 28' 14''$.

Diese Raumringe bilden das vollkommene Analogon der vorigen. Beim Aufstellen der Grundgleichungen ist zu berücksichtigen, daß die Flächen-

diagonalen die Rotationsachsen, demgemäß die Größen p und g verändert sind. Auf die halbe Körperdiagonale als Einheit bezogen ist $p = \frac{1}{3}\sqrt{6}$ und $g = \frac{1}{3}\sqrt{3}$, während der Schnittwinkel der Rotationsachsen ζ derselbe bleibt. Wenn wir die Rotationswinkel der Reihe nach wieder mit $\alpha, \beta, \gamma, \delta$ bezeichnen, liefern diese Größen unter Anwendung der vereinfachten allgemeinen Gleichung folgende vier Grundgleichungen:

$$\begin{aligned} \text{I. } 1 &= -\sin \alpha \sin \beta - \sqrt{2} \cos \alpha - \sqrt{2} \cos \beta \\ \text{II. } 1 &= -\sin \beta \sin \gamma - \sqrt{2} \cos \beta - \sqrt{2} \cos \gamma \\ \text{III. } 1 &= -\sin \gamma \sin \delta - \sqrt{2} \cos \gamma - \sqrt{2} \cos \delta \\ \text{IV. } 1 &= -\sin \delta \sin \alpha - \sqrt{2} \cos \delta - \sqrt{2} \cos \alpha, \end{aligned}$$

die durch einfache Substitution übergehen in:

$$\begin{aligned} \text{Ia. } 1 &= -\sqrt{1 - \cos^2 \alpha} \cdot \sqrt{1 - \cos^2 \beta} - \sqrt{2} \cos \alpha - \sqrt{2} \cos \beta \\ \text{IIa. } 1 &= -\sqrt{1 - \cos^2 \beta} \cdot \sqrt{1 - \cos^2 \gamma} - \sqrt{2} \cos \beta - \sqrt{2} \cos \gamma \\ \text{IIIa. } 1 &= -\sqrt{1 - \cos^2 \gamma} \cdot \sqrt{1 - \cos^2 \delta} - \sqrt{2} \cos \gamma - \sqrt{2} \cos \delta \\ \text{IVa. } 1 &= -\sqrt{1 - \cos^2 \delta} \cdot \sqrt{1 - \cos^2 \alpha} - \sqrt{2} \cos \delta - \sqrt{2} \cos \alpha. \end{aligned}$$

Mit den Abkürzungen: $1 + \sqrt{2} \cos \alpha = l$ und $1 - \cos^2 \alpha = n$ liefert Ia:

$$\cos \beta = \frac{-l\sqrt{2} \pm \sqrt{n(2+n-l^2)}}{2+n}$$

und IVa liefert

$$\cos \delta = \frac{-l\sqrt{2} \pm \sqrt{n(2+n-l^2)}}{2+n}.$$

Mit den Abkürzungen: $1 + \sqrt{2} \cos \beta = t$ und $1 - \cos^2 \beta = k$ entwickelt sich aus Ia:

$$\cos \alpha = \frac{-t\sqrt{2} \pm \sqrt{k(2+k-t^2)}}{2+k}$$

und aus IIa

$$\cos \gamma = \frac{-t\sqrt{2} \pm \sqrt{k(2+k-t^2)}}{2+k}.$$

Mithin ist einmal bei gleichem Vorzeichen der Wurzel ausdrücke

$$\cos \alpha = \cos \gamma \quad \text{und} \quad \cos \alpha = \cos \delta.$$

Um nun über das Verhältnis von $\cos \alpha$ zu $\cos \beta$ etwas aussagen zu können, entwickeln wir aus dem Ausdruck:

$$\cos \beta = \frac{-l\sqrt{2} \pm \sqrt{n(2+n-l^2)}}{2+n}$$

die Gleichung und erhalten:

$$\begin{aligned} 9 \cos^2 \beta - 6 \cos^2 \beta \cos^2 \alpha + \cos^4 \alpha \cos^2 \beta + 6 \sqrt{2} \cos \beta + 12 \cos \alpha \cos \beta \\ - 2 \sqrt{2} \cos^2 \alpha \cos \beta - 4 \cos^3 \alpha \cos \beta - 3 \cos^4 \alpha - 2 \sqrt{2} \cos^3 \alpha + 9 \cos^2 \alpha \\ + 6 \sqrt{2} \cos \alpha = 0, \end{aligned}$$

die durch weitere Umformungen übergeht in:

$$\begin{aligned} (\cos^2 \alpha - 3)(\cos^2 \alpha \cos^2 \beta - 3 \cos^2 \beta - 4 \cos \alpha \cos \beta - 2 \sqrt{2} \cos \beta - 3 \cos^2 \alpha \\ - 2 \sqrt{2} \cos \alpha) = 0. \end{aligned}$$

Der erste Klammerausdruck scheidet aus, da er nur imaginäre Werte für $\cos \alpha$ liefert. Der zweite Klammerausdruck $= 0$ gesetzt liefert eine Gleichung, in der $\cos \alpha$ mit $\cos \beta$ vertauscht werden kann; daraus folgt, daß bei gleichem Vorzeichen der Wurzel ausdrücke $\cos \alpha = \cos \beta$ ist. Somit haben wir den

I. Hauptfall.

$$\cos \beta = \frac{-l\sqrt{2} \pm \sqrt{n(2+n-l^2)}}{2+n} = \cos \alpha.$$

Haben die Wurzel ausdrücke gleiches Vorzeichen, dann ist $\cos \alpha = \cos \beta$ und die Gleichung Ia

$$4 = -\sin^2 \alpha - \sqrt{2} \cos \alpha - \sqrt{2} \cos \alpha$$

$$4 = -4 + \cos^2 \alpha - 2\sqrt{2} \cos \alpha$$

$$\cos^2 \alpha - 2\sqrt{2} \cos \alpha - 2 = 0.$$

$$\cos \alpha_1 = \sqrt{2} + 2$$

$$\cos \alpha_2 = \sqrt{2} - 2.$$

Da die Quadratwurzel noch positiv und negativ sein kann, so haben wir eigentlich vier Werte, von denen aber zwei (da unmöglich) ausscheiden; es restieren die Werte resp. das Wertepaar

$$\cos \alpha_1 = \sqrt{2} + 2$$

$$\cos \alpha_2 = \sqrt{2} - 2$$

oder kurz:

$$\cos \alpha = \pm (\sqrt{2} - 2).$$

Um zu untersuchen, ob $\cos \alpha$ noch andere Werte annehmen kann, greifen wir zurück auf obige Gleichung:

$$0 = (\cos^2 \alpha - 3)(\cos^2 \alpha \cos^2 \beta - 3 \cos^2 \beta - 4 \cos \alpha \cos \beta - 2\sqrt{2} \cos \beta - 3 \cos^2 - 2\sqrt{2} \cos \alpha),$$

wo nur der zweite Klammerausdruck $= 0$ gesetzt in Betracht kommt. Für $\cos \alpha = \cos \beta$ geht derselbe über in die Gleichung:

$$\cos^4 \alpha - 10 \cos^2 \alpha - 4\sqrt{2} \cos \alpha = 0$$

$$\cos \alpha (\cos^3 \alpha - 10 \cos \alpha - 4\sqrt{2}) = 0.$$

Vorstehende Gleichung wird in zweierlei Weise befriedigt:

$$1) \cos \alpha = 0.$$

$$\alpha = 90^\circ \text{ oder } 270^\circ.$$

$$2) \cos^3 \alpha - 10 \cos \alpha - 4\sqrt{2} = 0.$$

$\cos \alpha = -2 + \sqrt{2}$ befriedigt diese Gleichung; nach der Division durch $\cos \alpha - \sqrt{2} + 2$ bleibt die Gleichung übrig:

$$\cos^2 \alpha - 2 \cos \alpha + \sqrt{2} \cos \alpha - 4 - 4\sqrt{2} = 0.$$

Die beiden Wurzeln dieser Gleichung liefern nur imaginäre Werte. Wir haben somit zwei Hauptlösungen:

$$1) \cos \alpha = \cos \beta = \cos \delta = \cos \gamma = \sqrt{2} - 2,$$

$$2) \cos \alpha = \cos \beta = \cos \delta = \cos \gamma = 0.$$

Daneben fanden wir den Wert $\cos \alpha = 2 - \sqrt{2}$. Dieser letzte Wert findet in dem II. Hauptfalle wieder eine Erklärung.

Erste Lösung.

$$\cos \alpha = \cos \beta = \cos \gamma = \cos \delta = \sqrt{2} - 2$$

$$\alpha = 125^\circ 57' 32''.$$

Durch dieselbe Überlegung wie in den vorhergehenden Ringen kommt man zu dem Schlusse, daß alle Winkel entweder gleich $125^{\circ} 51' 32''$ oder gleich $360^{\circ} - 125^{\circ} 51' 32'' = 234^{\circ} 8' 28''$ sein müssen. Beide Configurationen gehen durch Umkehren im Raume ineinander über.

Zweite Lösung.

$$\cos \alpha = \cos \beta = \cos \delta = \cos \gamma = 0.$$

Dann kann sein: $\sin \alpha = \pm 1$, also demgemäß $\alpha = 90^{\circ}$ oder gleich 270° . Zur Entscheidung greifen wir auf eine der Grundgleichungen zurück:

$$1 = -\sin \alpha \sin \beta - \sqrt{2} \cos \alpha - \sqrt{2} \cos \beta,$$

die für $\cos \alpha = \cos \beta = 0$ übergeht in:

$$1 = -\sin \alpha \sin \beta.$$

Daraus folgt, daß $\sin \alpha$ und $\sin \beta$ verschiedenes Vorzeichen haben müssen, so daß wir also keine andere Wahl haben, als $\alpha = 90^{\circ}$ und $\beta = 270^{\circ}$ zu setzen oder auch umgekehrt. Durch Umkehren der Configuration im Raume geht wieder die eine in die andere über.

II. Hauptfall.

In dem ersten Hauptfalle legten wir in den Ausdrücken für $\cos \alpha$ und $\cos \gamma$ den Wurzelausdrücken gleiche Vorzeichen bei, so daß $\cos \alpha = \cos \gamma$ war. Es ist nun der Fall zu untersuchen, wenn die Wurzelausdrücke verschiedenes Vorzeichen haben. Alsdann ist:

$$\begin{aligned} \cos \alpha &= \frac{-t\sqrt{2} + \sqrt{k(2+k-t^2)}}{2+k} \\ \cos \gamma &= \frac{-t\sqrt{2} - \sqrt{k(2+k-t^2)}}{2+k}. \end{aligned}$$

Führen wir diese Ausdrücke, nachdem $k(2+k-t^2) = p$ gesetzt, in Ia resp. IIa ein und subtrahieren die entstandenen Gleichungen, dann erhalten wir:

$$\sqrt{1-\cos^2 \beta} [V(2+k)^2 - (-t\sqrt{2} + \sqrt{p})^2 - V(2+k)^2 - (-t\sqrt{2} - \sqrt{p})^2] = 2\sqrt{2}p,$$

die nach einigen Umformungen folgende Schlußgleichung liefert:

$$3k(2+k-t^2)[t^2 \cos^4 \beta + \cos^2 \beta (kt^2 + 2k - 4t^2 + 4) + 3t^2 - 3kt^2 + 2k^2 + 2k - 4] = 0.$$

Diese Gleichung wird in dreierlei Weise befriedigt:

$$1) \quad k = 1 - \cos^2 \beta = 0$$

$$\cos \beta = \pm 1.$$

$$2) \quad 2+k-t^2 = -3\cos^2 \beta - 2\sqrt{2}\cos \beta + 2 = 0.$$

$$\cos \beta_1 = \frac{1}{2}\sqrt{2}$$

$$\cos \beta_2 = -\frac{1}{2}\sqrt{2}.$$

$$3) \quad t^2 \cos^4 \beta + \cos^2 \beta (kt^2 + 2k - 4t^2 + 4) + 3t^2 - 3kt^2 + 2k^2 + 2k - 4 = 0,$$

letztere Gleichung geht mit den Werten für t und k über in:

$$0 \cdot \cos^6 \beta + 0 \cdot \cos^5 \beta + 0 \cdot \cos^4 \beta + 0 \cdot \cos^3 \beta + 0 \cdot \cos^2 \beta + 0 \cdot \cos \beta + 0 = 0,$$

daher befriedigt jedes β diese Gleichung.

Erste Lösung. $\cos \beta = \pm 1$. Von diesen beiden Werten bedingt $\cos \beta = +1$ einen imaginären Wert für $\cos \alpha$ gemäß der ersten Grundgleichung; daher scheidet er aus; $\cos \beta = -1$ bedingt $\cos \alpha = 1 - \frac{1}{2}\sqrt{2}$; also reell.

Zweite Lösung. Von den beiden Werten ist nur $\cos \beta = \frac{1}{2}\sqrt{2}$ reell, der $\cos \alpha = -\frac{1}{2}\sqrt{2}$ ebenfalls reell bedingt.

Weit wichtiger ist die dritte Lösung, nach der $\cos \beta$, also auch β jeden beliebigen Wert annehmen kann. Auch hier erleidet, wie aus der ersten Lösung schon hervorgeht, dieses Resultat eine Einschränkung, indem bestimmte Werte für $\cos \beta$ imaginäre Werte für die andern Winkel oder auch nur für einen derselben zur Folge haben. Die Grenzen, zwischen denen sich $\cos \beta$ bewegen muß, werden durch den Wert $\cos \beta = 2 - \sqrt{2}$ aus Fall I bestimmt. Dieser Wert liefert im Verein mit der Gleichung $\cos \beta = \cos(360^\circ - \beta)$ zwei Werte, die die Grenzen für β bestimmen. Der Wert selbst liefert $\beta = 54^\circ 8' 28''$, so daß wir also die Bedingung haben:

$$54^\circ 8' 28'' \leq \beta \leq 345^\circ 4' 32''.$$

In beiden Fällen sind die Grundgleichungen in bezug auf die Unbekannten symmetrisch gebaut, so daß letztere unter sich vertauscht werden können. Demgemäß sind innerhalb der festgesetzten Bedingungen unendlich viele Ringe möglich. Wegen der Stetigkeit der Functionen bilden alle eine stetige Aufeinanderfolge. Die außerdem für die Cosinusse der Rotationswinkel gefundenen Werte bedingen solche Ringe, in denen die Punkte eine ausgezeichnete Lage haben, die wiederum dem System eine bestimmte Symmetrie verleihen. So bilden für $\cos \alpha = \cos \beta = \cos \gamma = \cos \delta$ (bei dem Kraftrichtungswinkel $70^\circ 34' 46'' = \frac{1}{2}\sqrt{2} - 1$, bei dem Winkel $109^\circ 28' 44'' = \sqrt{2} - 2$) die einzelnen Punkte einen Ring, in dem die Rotationsachsen in einer Ebene liegen und ein ebenes reguläres Achteck darstellen.

Als dritter Hauptfall kommt noch hinzu, daß die Wurzel ausdrücke für zwei benachbarte Rotationswinkel, also $\cos \alpha$ und $\cos \beta$ verschiedenes Vorzeichen haben. Führt man diese Rechnung aus, so erhält man für den Cosinus eines Rotationswinkels immer nur ausgezeichnete Werte. Wenn nach dem zweiten Hauptfall jeder beliebige Raumachtring möglich war, so ist damit die Möglichkeit erschöpft, und die ausgezeichneten Werte, die mehr oder minder symmetrische Systeme bedingen, sind darin enthalten. Somit ist dieser dritte Fall von nur untergeordnetem Interesse, und es kann die mathematische Behandlung hier übergangen werden.

Als die nächsten Glieder in der Reihe der homogenen geradzähligen Ringe erscheinen die Raumzehnringe. Dieselben sind von geringerer Bedeutung aus Gründen, die weiter unten in einer vergleichenden Übersicht der untersuchten Ringe klargelegt werden sollen. Daher seien dieselben hier übergangen, um direkt zu den

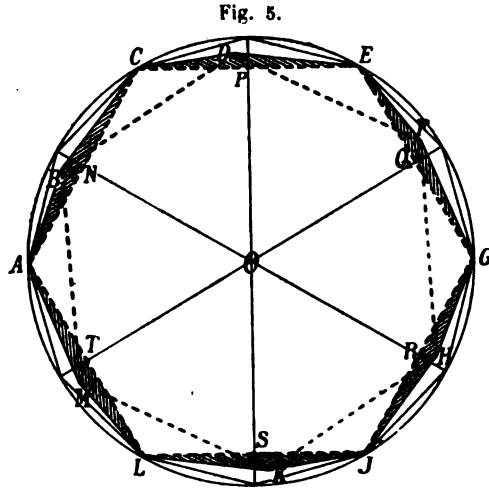
IV. Raumzwölfringen

(s. Figg. 8 und 9 auf Tafel II)

überzugehen. Diese sind sowohl mit dem Schnittwinkel von $70^\circ 34' 46''$, als auch mit einem solchen von $109^\circ 28' 44''$ möglich.

A. Die Raumzwölfringe mit dem Schnittwinkel $70^{\circ} 34' 46''$.

Wie wir die Raumsechsringe auf ein gleichseitiges Dreieck, die Raumachtringe auf ein Quadrat zurückgeführt haben, beziehen wir zunächst die Raumzwölfringe auf ein reguläres Sechseck. Es ändert sich somit der Schnittwinkel der Rotationsachsen. Er beträgt hier $120^{\circ} = 2\zeta$. Bei dem Schnittwinkel von $70^{\circ} 34' 46''$ ist p immer gleich $\frac{1}{2}$ und $g = \frac{1}{2}\sqrt{2}$, auf die Hexaëderkante als Einheit bezogen. Die Rotationswinkel (in Fig. 5 $\angle OPC$, ONB usw. usw.) seien der Reihe nach $\alpha, \beta, \gamma, \delta, \epsilon, \eta$. Mit diesen Größen liefert die hier anzuwendende vereinfachte allgemeine Gleichung folgende sechs Grundgleichungen:



- I. $-3 = -2 \cos \alpha \cos \beta - 4 \sin \alpha \sin \beta - \sqrt{6} \cos \alpha - \sqrt{6} \cos \beta$
- II. $-3 = -2 \cos \beta \cos \gamma - 4 \sin \beta \sin \gamma - \sqrt{6} \cos \beta - \sqrt{6} \cos \gamma$
- III. $-3 = -2 \cos \gamma \cos \delta - 4 \sin \gamma \sin \delta - \sqrt{6} \cos \gamma - \sqrt{6} \cos \delta$
- IV. $-3 = -2 \cos \delta \cos \epsilon - 4 \sin \delta \sin \epsilon - \sqrt{6} \cos \delta - \sqrt{6} \cos \epsilon$
- V. $-3 = -2 \cos \epsilon \cos \eta - 4 \sin \epsilon \sin \eta - \sqrt{6} \cos \epsilon - \sqrt{6} \cos \eta$
- VI. $-3 = -2 \cos \eta \cos \alpha - 4 \sin \eta \sin \alpha - \sqrt{6} \cos \eta - \sqrt{6} \cos \alpha$,

die durch einfache Substitution in folgende sechs Gleichungen mit den sechs Unbekannten $\cos \alpha, \cos \beta, \cos \gamma, \cos \delta, \cos \epsilon, \cos \eta$ übergehen:

- Ia. $-3 = -2 \cos \alpha \cos \beta - 4 \sqrt{1 - \cos^2 \alpha} \cdot \sqrt{1 - \cos^2 \beta} - \sqrt{6} \cos \alpha - \sqrt{6} \cos \beta$
- Ila. $-3 = -2 \cos \beta \cos \gamma - 4 \sqrt{1 - \cos^2 \beta} \cdot \sqrt{1 - \cos^2 \gamma} - \sqrt{6} \cos \beta - \sqrt{6} \cos \gamma$
- IIIa. $-3 = -2 \cos \gamma \cos \delta - 4 \sqrt{1 - \cos^2 \gamma} \cdot \sqrt{1 - \cos^2 \delta} - \sqrt{6} \cos \gamma - \sqrt{6} \cos \delta$
- IVa. $-3 = -2 \cos \delta \cos \epsilon - 4 \sqrt{1 - \cos^2 \delta} \cdot \sqrt{1 - \cos^2 \epsilon} - \sqrt{6} \cos \delta - \sqrt{6} \cos \epsilon$
- Va. $-3 = -2 \cos \epsilon \cos \eta - 4 \sqrt{1 - \cos^2 \epsilon} \cdot \sqrt{1 - \cos^2 \eta} - \sqrt{6} \cos \epsilon - \sqrt{6} \cos \eta$
- Vla. $-3 = -2 \cos \eta \cos \alpha - 4 \sqrt{1 - \cos^2 \eta} \cdot \sqrt{1 - \cos^2 \alpha} - \sqrt{6} \cos \eta - \sqrt{6} \cos \alpha$.

Mit den Abkürzungen:

$$\begin{aligned} \sqrt{6} \cos \beta - 3 &= l \\ \sqrt{6} + 2 \cos \beta &= n \\ 1 - \cos^2 \beta &= p \end{aligned}$$

liefert Ia

$$\cos \alpha = \frac{-nl \pm \sqrt{16p(n^2 + 16p - l^2)}}{n^2 + 16p}$$

und IIa

$$\cos \gamma = \frac{-nl \pm \sqrt{16p(n^2 + 16p - l^2)}}{n^2 + 16p}.$$

Mit den Abkürzungen:

$$\begin{aligned}\sqrt{6} \cos \alpha - 3 &= r \\ \sqrt{6} + 2 \cos \alpha &= s \\ 4 - \cos^2 \alpha &= t\end{aligned}$$

liefert Ia

$$\cos \beta = \frac{-rs \pm \sqrt{16t(s^2 + 16t - r^2)}}{n^2 + 16p}$$

und IVa

$$\cos \eta = \frac{-rs \pm \sqrt{16t(s^2 + 16t - r^2)}}{n^2 + 16p}.$$

Daraus folgt, daß bei gleichem Vorzeichen der Wurzelausdrücke:

$$\cos \alpha = \cos \gamma \quad \text{und} \quad \cos \beta = \cos \eta \quad \text{ist.}$$

Durch eine ganz analoge Entwicklung aus den übrigen Gleichungen findet man, daß, gleiches Vorzeichen der Wurzelausdrücke vorausgesetzt,

$$\cos \gamma = \cos \varepsilon \quad \text{und} \quad \cos \eta = \cos \delta \quad \text{ist.}$$

Mithin ist:

$$\cos \alpha = \cos \gamma = \cos \varepsilon \quad \text{und} \quad \cos \beta = \cos \eta = \cos \delta.$$

Zur Bestimmung des Verhältnisses von $\cos \alpha$ und $\cos \beta$ entwickeln wir aus dem Ausdruck für $\cos \alpha$ die Gleichung und erhalten zum Schluß:

$$\begin{aligned}22 \cos^2 \alpha + 4\sqrt{6} \cos \beta \cos^2 \alpha - 12 \cos^2 \alpha \cos^2 \beta + 4\sqrt{6} \cos^2 \beta \cos \alpha - 6\sqrt{6} \cos \alpha \\ + 22 \cos^2 \beta - 6\sqrt{6} \cos \beta - 7 = 0,\end{aligned}$$

in der $\cos \alpha$ mit $\cos \beta$ vertauscht werden kann. Mithin ist auch $\cos \alpha = \cos \beta$ und wir haben als ersten Hauptfall (gleiches Vorzeichen der Wurzelausdrücke vorausgesetzt):

$$\cos \alpha = \cos \beta = \cos \gamma = \cos \delta = \cos \varepsilon = \cos \eta.$$

Dann geht eine der obigen Gleichungen, z. B. Ia, über in:

$$\begin{aligned}-3 &= -2 \cos^2 \alpha - 4 + 4 \cos^2 \alpha - 2\sqrt{6} \cos \alpha \\ 2 \cos^2 \alpha - 2\sqrt{6} \cos \alpha - 4 &= 0. \\ \cos \alpha &= \frac{2\sqrt{6} \pm 4\sqrt{2}}{4} = \frac{1}{2}\sqrt{6} \pm \sqrt{2}.\end{aligned}$$

Von diesen beiden Werten scheidet der erste aus. Für die Gleichheit von $\cos \alpha$ und $\cos \beta$ geht vorstehende Gleichung über in:

$$-12 \cos^4 \alpha + 8\sqrt{6} \cos^3 \alpha + 44 \cos^2 \alpha - 42\sqrt{6} \cos \alpha - 7 = 0,$$

deren vier Wurzeln sind:

$$\begin{aligned}\cos \alpha_1 &= \frac{1}{2}\sqrt{6} + \sqrt{2} \\ \cos \alpha_2 &= \frac{1}{2}\sqrt{6} - \sqrt{2} \\ \cos \alpha_3 &= -\frac{1}{2}\sqrt{6} + \frac{3}{2}\sqrt{2} \\ \cos \alpha_4 &= -\frac{1}{2}\sqrt{6} - \frac{3}{2}\sqrt{2},\end{aligned}$$

$$\cos \alpha_1 = \frac{1}{2}\sqrt{6} + \sqrt{2} \quad \text{und} \quad \cos \alpha_4 = -\frac{1}{2}\sqrt{6} - \frac{3}{2}\sqrt{2} \quad \text{sind imaginär.}$$

Wir haben somit nur zwei reelle Werte:

$$\begin{aligned}\cos \alpha_1 &= \frac{1}{2}\sqrt{6} - \sqrt{2} \\ \cos \alpha_2 &= -\frac{1}{2}\sqrt{6} + \frac{3}{2}\sqrt{2}.\end{aligned}$$

Als erste Lösung haben wir somit:

$$\cos \alpha = \cos \beta \dots = \frac{1}{2} \sqrt{6} - \sqrt{2} \quad (\alpha = 100^{\circ} 55' 18'').$$

Was die Winkel selbst anlangt, so folgt aus ähnlichen Überlegungen wie in den niederen Analogiefällen, daß alle Winkel gleich sein müssen und zwar entweder gleich $100^{\circ} 55'$ oder gleich $360^{\circ} - 100^{\circ} 55' = 259^{\circ} 5'$. Durch Umkehren des Systems im Raume geht wieder das eine in das andere über.

Zweiter Hauptfall. Die Wurzel ausdrücke in den Werten für $\cos \alpha$ und $\cos \gamma$ haben verschiedenes Vorzeichen. Es ist also:

$$\begin{aligned} \cos \alpha &= \frac{-nl + \sqrt{16p(n^2 + 16p - l^2)}}{n^2 + p} \\ \cos \gamma &= \frac{-nl - \sqrt{16p(n^2 + 16p - l^2)}}{n^2 + p}. \end{aligned}$$

Führen wir diese Werte in die Grundgleichungen Ia resp. IIa ein und subtrahieren wir die dann entstehenden, so erhalten wir:

$$\begin{aligned} 0 &= -4 \cos \beta \frac{\sqrt{16p(n^2 + 16p - l^2)}}{n^2 + 16p} + 2\sqrt{6} \cdot \sqrt{16p(n^2 + 16p - l^2)} \\ &\quad + 4\sqrt{1 - \cos^2 \beta} \cdot \left[\sqrt{1 - \left(\frac{-nl - \sqrt{16p(n^2 + 16p - l^2)}}{n^2 + 16p} \right)^2} \right. \\ &\quad \left. - \sqrt{1 - \left(\frac{-nl + \sqrt{16p(n^2 + 16p - l^2)}}{n^2 + 16p} \right)^2} \right], \end{aligned}$$

die durch eine Reihe von Umformungen schließlich die Gleichung liefert:

$$16^2 \cdot p^2 n^2 (n^2 + 16p - l^2) \cdot 0 = 0.$$

In dieser Gleichung können p , n und l jeden beliebigen Wert annehmen, und da diese Größen Functionen von $\cos \beta$ sind, so kann $\cos \beta$, mithin auch β selbst, jeden beliebigen Wert annehmen. Eine Einschränkung dieses Resultates ergibt sich auch hier, aber nur so lange die Ringe auf ein Sechseck bezogen werden. Anstatt nämlich ein Sechseck zu Grunde zu legen, kann man unter anderen Voraussetzungen ein Quadrat, ja auch ein Dreieck zu Grunde legen. Aus der Gesamtheit der Rechnungen ergibt sich dann, daß der Rotationswinkel jeden beliebigen Wert ohne jegliche Einschränkung annehmen kann.

In den Grundgleichungen können die Unbekannten unter sich vertauscht werden; somit sind ohne jegliche Einschränkung unendlich viele Raumzwölfringe möglich. Auch hier schließt diese Lösung alle anderen Möglichkeiten ein. Unter allen diesen ist das System, das durch

$$\cos \alpha = \cos \beta \dots = \frac{1}{2} \sqrt{6} - \sqrt{2}$$

bestimmt ist, dasjenige, bei dem die Rotationsachsen in einer Ebene liegen und ein reguläres Zwölfeck bilden.

B. Die Raumzwölfringe mit dem Schnittwinkel $109^{\circ} 28' 14''$.

Die mathematische Entwicklung der Raumzwölfringe mit dem Schnittwinkel $70^{\circ} 34' 46''$ kann Wort für Wort auf diejenigen mit dem Schnitt-

winkel $109^{\circ}28'14''$ übertragen werden. Entsprechend dem Schnittwinkel sind die Größen p und g verändert, die, auf die halbe Körperdiagonale als Einheit bezogen, die Werthe $p = \frac{1}{3}\sqrt{6}$ und $g = \frac{1}{3}\sqrt{3}$ annehmen. Die Grundgleichungen sind alsdann:

- I. $0 = -\cos \alpha \cos \beta - 2 \sin \alpha \sin \beta - \sqrt{6} \cos \alpha - \sqrt{6} \cos \beta$
- II. $0 = -\cos \beta \cos \gamma - 2 \sin \beta \sin \gamma - \sqrt{6} \cos \beta - \sqrt{6} \cos \gamma$
- III. $0 = -\cos \gamma \cos \delta - 2 \sin \gamma \sin \delta - \sqrt{6} \cos \gamma - \sqrt{6} \cos \delta$
- IV. $0 = -\cos \delta \cos \varepsilon - 2 \sin \delta \sin \varepsilon - \sqrt{6} \cos \delta - \sqrt{6} \cos \varepsilon$
- V. $0 = -\cos \varepsilon \cos \eta - 2 \sin \varepsilon \sin \eta - \sqrt{6} \cos \varepsilon - \sqrt{6} \cos \eta$
- VI. $0 = -\cos \eta \cos \alpha - 2 \sin \eta \sin \alpha - \sqrt{6} \cos \eta - \sqrt{6} \cos \alpha$.

Das Resultat der hier nicht wiederholten mathematischen Entwicklung ist folgendes:

1) $\cos \alpha = \cos \beta = \dots = \sqrt{6} - 2\sqrt{2}$
 $\alpha = \beta = \gamma = \dots$ entweder gleich $112^{\circ}46'$ oder gleich $247^{\circ}44'$. Die Rotationsachsen bilden in diesem Falle ein ebenes reguläres Zwölfeck. Durch Umkehren des Systems im Raume geht das eine in das andere über.

2) Es sind unendlich viele Raumzwölfringe möglich, die alle eine stetige Aufeinanderfolge bilden.

Vergleichende Übersicht der untersuchten Ringe.

Da die Existenz eines Ringes mit niedriger Gliederzahl innerhalb der Möglichkeit eines Ringes derselben Art aber mit höherer Gliederzahl liegt, so ist leicht einzusehen, daß es Ringe von verschiedener Gliederzahl gibt, in denen die Lage zweier Nachbarpunkte die gleiche ist, und daß wir somit Verbindungen zweier solcher Ringe herstellen können. Dieses trifft auch für Ringe von verschiedener Gliederzahl zu, in denen der Cosinus des Rotationswinkels ausgezeichnete Werte besitzt. Wenn durch diese Überlegung somit alle Ringe als Glieder einer fortlaufenden Kette erscheinen, so durfte man außerdem noch einen Zusammenhang zwischen den Ringen, in denen die Rotationsachsen ein ebenes reguläres Polygon bilden, erwarten, und in der Tat besteht eine einfache Beziehung einmal zwischen den Ringen mit dem Schnittwinkel $70^{\circ}34'46''$ und den gleichen Ringen mit dem Schnittwinkel $109^{\circ}28'14''$, das andere Mal zwischen den Ringen mit dem Schnittwinkel von $70^{\circ}34'46''$ resp. $109^{\circ}28'14''$ unter sich. Diese ergibt sich aus einem Vergleiche der Cosinusse der Rotationswinkel. Wir fanden:

1) bei dem Schnittwinkel von $70^{\circ} 34' 46''$

$$\begin{aligned} \text{den Cosinus des Rotationswinkels für den Raumvierring} &= -\frac{1}{2}\sqrt{2} \\ - \quad - \quad - \quad - \quad - \quad \text{Raumsechsring} &= -\frac{1}{2}\sqrt{6} \\ - \quad - \quad - \quad - \quad - \quad \text{Raumachtring} &= \frac{1}{2}\sqrt{2} - 1 \\ - \quad - \quad - \quad - \quad - \quad \text{Raumzwölfring} &= \frac{1}{2}\sqrt{6} - \sqrt{2}; \end{aligned}$$

2) bei dem Schnittwinkel von $109^{\circ} 28' 44''$

$$\begin{aligned} \text{den Cosinus des Rotationswinkels für den Raumsechsring} &= -\frac{1}{2}\sqrt{6} \\ - \quad - \quad - \quad - \quad - \quad \text{Raumachtring} &= \sqrt{2} - 2 \\ - \quad - \quad - \quad - \quad - \quad \text{Raumzwölfring} &= \sqrt{6} - 2\sqrt{2}. \end{aligned}$$

Daraus folgt: Der Cosinus des Rotationswinkels in den Raumringen mit dem Schnittwinkel $109^{\circ} 28' 44''$ ist doppelt so groß als der Cosinus des Rotationswinkels in den entsprechenden Ringen mit dem Schnittwinkel $70^{\circ} 34' 46''$.

Um die Cosinusse der Rotationswinkel der Ringe mit einem und demselben Winkel vergleichen zu können, müssen wir deren Ausdrücke etwas umformen.

I. Bei dem Schnittwinkel von $70^{\circ} 34' 46''$ war der Cosinus des Rotationswinkels im Raumzwölfring $= \frac{1}{2}\sqrt{6} - \sqrt{2}$, den wir der Kürze halber mit $\cos_{12} \alpha$ bezeichnen wollen.

$$\text{Also:} \quad \cos_{12} \alpha = \frac{1}{2}\sqrt{6} - \sqrt{2},$$

$$\text{Quadriert:} \quad \cos_{12}^2 \alpha = \frac{7}{2} - 2\sqrt{3} = \frac{7 - 4\sqrt{3}}{2}.$$

Wir multiplicieren diesen Ausdruck mit dem Bruch $\frac{2 + \sqrt{3}}{2 + \sqrt{3}}$

$$\cos_{12}^2 \alpha = \frac{7 - 4\sqrt{3}}{2} \cdot \frac{2 + \sqrt{3}}{2 + \sqrt{3}} = \frac{2 - \sqrt{3}}{2(2 + \sqrt{3})}.$$

Reducieren wir wieder, dann erhalten wir:

$$\cos_{12} \alpha = \pm \sqrt{\frac{1}{2} \cdot \frac{2 - \sqrt{3}}{2 + \sqrt{3}}}.$$

Mit der oben gewählten Abkürzung für den Cosinus des Rotationswinkels erhalten wir bei dem Raumachtringe:

$$\cos_8 \alpha = \frac{1}{2}\sqrt{2} - 1$$

$$\cos_8^2 \alpha = \frac{3 - 2\sqrt{2}}{2}.$$

Wir multiplicieren hier mit $\frac{2 + \sqrt{2}}{2 + \sqrt{2}}$; alsdann ist:

$$\cos_8^2 \alpha = \frac{3 - 2\sqrt{2}}{2} \cdot \frac{2 + \sqrt{2}}{2 + \sqrt{2}} = \frac{1}{2} \cdot \frac{2 - \sqrt{2}}{2 + \sqrt{2}}$$

$$\cos_8 \alpha = \pm \sqrt{\frac{1}{2} \cdot \frac{2 - \sqrt{2}}{2 + \sqrt{2}}}$$

Für den Cosinus des Rotationswinkels des Raumsechsrings vermuten wir folgenden Ausdruck:

$$\cos_8 \alpha = \pm \sqrt{\frac{1}{2} \cdot \frac{2 - \sqrt{4}}{2 + \sqrt{4}}}, \text{ tatsächlich } = \pm \sqrt{\frac{1}{8}}$$

und demgemäß ergibt sich für

$$\cos_4 \alpha = \pm \sqrt{\frac{1}{2} \cdot \frac{2 - \sqrt{0}}{2 + \sqrt{0}}} = \pm \sqrt{\frac{1}{2}}.$$

Fassen wir dieses Resultat zusammen, so haben wir folgende Reihe:

$$\cos_4 \alpha = \pm \sqrt{\frac{1}{2} \cdot \frac{2 - \sqrt{0}}{2 + \sqrt{0}}}$$

$$\cos_6 \alpha = \pm \sqrt{\frac{1}{2} \cdot \frac{2 - \sqrt{4}}{2 + \sqrt{4}}}$$

$$\cos_8 \alpha = \pm \sqrt{\frac{1}{2} \cdot \frac{2 - \sqrt{2}}{2 + \sqrt{2}}}$$

$$\cos_{12} \alpha = \pm \sqrt{\frac{1}{2} \cdot \frac{2 - \sqrt{3}}{2 + \sqrt{3}}}$$

Man sieht leicht ein, daß damit die Reihe erschöpft ist, und ebenso ersieht man, daß der Raumzehnring kein Glied der Reihe ist, weshalb er in dieser Untersuchung übergangen wurde. Für die Sinusse der Rotationswinkel erhält man folgende Reihe:

$$\sin_4 \alpha = \pm \sqrt{\frac{1}{2} \cdot \frac{2 + 3\sqrt{0}}{2 + \sqrt{0}}} = \pm \sqrt{\frac{1}{2}}$$

$$\sin_6 \alpha = \pm \sqrt{\frac{1}{2} \cdot \frac{2 + 3\sqrt{4}}{2 + \sqrt{4}}} = \pm \sqrt{\frac{3}{8}}$$

$$\sin_8 \alpha = \pm \sqrt{\frac{1}{2} \cdot \frac{2 + 3\sqrt{2}}{2 + \sqrt{2}}}$$

$$\sin_{12} \alpha = \pm \sqrt{\frac{1}{2} \cdot \frac{2 + 3\sqrt{3}}{2 + \sqrt{3}}}$$

Kleiden wir dieses Resultat in eine allgemeine Form, so erhalten wir:

$$\cos \alpha = \pm \sqrt{\frac{1}{2} \cdot \frac{2 - \sqrt{x}}{2 + \sqrt{x}}} \quad \text{und} \quad \sin \alpha = \pm \sqrt{\frac{1}{2} \cdot \frac{2 + 3\sqrt{x}}{2 + \sqrt{x}}},$$

worin x eine ganze positive Zahl ≥ 4 ist.

II. Bei dem Schnittwinkel von $109^\circ 28' 14''$ erhalten wir mit Hilfe des Satzes, daß der Cosinus doppelt so groß ist, folgende Reihe:

$$\cos_6 \alpha = \pm \sqrt{2 \frac{2 - \sqrt{4}}{2 + \sqrt{4}}} = \pm \sqrt{\frac{2}{3}} = \pm \frac{1}{\sqrt{6}}$$

$$\cos_8 \alpha = \pm \sqrt{2 \frac{2 - \sqrt{2}}{2 + \sqrt{2}}}$$

$$\cos_{12} \alpha = \pm \sqrt{2 \frac{2 - \sqrt{3}}{2 + \sqrt{3}}}$$

und daraus

$$\sin_6 \alpha = \pm \sqrt{\frac{3\sqrt{4} - 2}{\sqrt{4} + 2}}$$

$$\sin_8 \alpha = \pm \sqrt{\frac{3\sqrt{2} - 2}{\sqrt{2} + 2}}$$

$$\sin_{12} \alpha = \pm \sqrt{\frac{3\sqrt{3} - 2}{\sqrt{3} + 2}}$$

Die hier zu Grunde liegende allgemeine Form ist:

$$\cos \alpha = \pm \sqrt{2 \frac{2 - \sqrt{x}}{2 + \sqrt{x}}} \quad \text{und} \quad \sin \alpha = \pm \sqrt{\frac{3\sqrt{x} - 2}{\sqrt{x} + 2}},$$

worin wieder x eine ganze positive Zahl ≥ 4 ist.

Um das Resultat der vorstehenden Rechnung zur Anschauung zu bringen, kann man sich folgenden Modells bedienen, mit dessen Hilfe sich die beschriebenen Ringe und die noch zu untersuchenden Configurationen leicht und übersichtlich darstellen lassen. Der Baustein ist ein in der Richtung der Körperdiagonalen durchbohrtes Hexaëder. Es ist zweckmäßig, vorerst dieses Hexaëder der Form nach zu verwenden; dabei muß aber immer im Auge behalten werden, daß dieses ein Notbehelf ist, indem wir uns, entsprechend unserer Annahme, den Mittelpunkt des Hexaëders als Kraftzentrum denken, von dem aus in den Raum gleichmäßig Kräfte wirken. Behält man aber diese Form bei, dann übersieht man leicht die

Stellung der Bausteine, die in der Rechnung als Winkel erscheinen, zueinander. Die Bindung selbst stellt man durch Drähte oder dünne Röhrchen her, deren Dicke so gewählt wird, daß sie genau in die Bohrungen passen.

Es bedarf wohl kaum der Erwähnung, daß der wahre Abstand der Mittelpunkte zweier Nachbarbausteine auf die Symmetrieverhältnisse der Configuration ohne den geringsten Einfluß ist, und man kann demgemäß dem Verbindungsdraht jede beliebige Länge geben. Dabei gestattet diese einfache Verbindung, bei den labilen Ringen durch Drehen eines einzelnen Ringgliedes jede andere labile Form darzustellen. Auf Tafel II sind die charakteristischsten Ringe abgebildet.

III. Über einige Mineralien von Canale Monterano in der Provinz Rom.

Von

F. Zambonini in Turin.

(Hierzu Tafel III.)

Die hier kurz beschriebenen Mineralien habe ich in der Umgegend der Schwefelgrube von Canale Monterano gesammelt. Canale Monterano liegt westlich von Bracciano, auf dem Wege, welcher nach Tolfa führt. Man gelangt zur Grube auf einem kleinen Wege, welchen man 4 km nach der Wegscheide von Canale Monterano findet. An diesem Wege, sowie in dem kleinen Tale, in welchem die Grube liegt, kommen zahlreiche, gut krystallisierte Mineralien vor, welche aus den durch Regenwasser zerstörten Tuffen stammen. Es sind folgende: Magnetit, Melanit, gelber Granat, Olivin, Idokras, Biotit, verschiedene grüne Pyroxene, schwarzer Augit und Sanidin.

Diese Mineralien waren bis jetzt nicht untersucht worden. Auch die Notizen über ihr Vorkommen sind sehr spärlich. Mantovani¹⁾ erwähnt den schwarzen Augit und den Sanidin, Tissoni²⁾ einen Idokraskrystall aus den Tuffen der Ajola.

Die vorliegende Arbeit hatte ich schon seit zwei Jahren begonnen; sie wurde zurückgestellt, weil ich mit anderen Untersuchungen beschäftigt war. Nun habe ich Rom verlassen, und es ist mir unmöglich geworden, das noch weiter nötige Material zu sammeln. Das Studium einiger der oben genannten Mineralien bleibt daher unvollendet.

Magnetit.

Er ist sehr verbreitet in der ganzen Umgegend der Schwefelgruben. Er kommt in Körnern, in abgerundeten oder in noch schön ausgebildeten

1) Descrizione geologica della Campagna Romana. 2. Aufl. Torino 1884, S. 52.

2) La regione trachitica dell' agro sabatino e cerite. Bollett. della Soc. geol. ital. 1895, 4, 356.

Krystallen vor. Gewöhnlich sind die Dimensionen sowohl der Körner wie der Krystalle sehr klein; es gibt aber auch Krystalle, welche bis 4 mm messen; sie sind selten. Die Formen, welche ich beobachtet habe, sind: $\{100\}$, $\{111\}$, $\{110\}$, $\{311\}$. Die häufigste Combination ist: $\{110\} \{111\}$; bald ist $\{111\}$, bald $\{110\}$ vorherrschend, manchmal haben beide dieselbe Größe. Nicht selten ist auch die Combination $\{110\} \{111\} \{311\}$, mit den Flächen von $\{311\}$ sehr klein und jenen der Rhombendodekaëder vorwiegend, ganz ähnlich den Krystallen der Albaner Gebirge. Ein Krystall von $\frac{3}{4}$ mm Größe bot die Formen $\{111\}$, $\{110\}$, $\{311\}$, $\{100\}$ dar; der Würfel war sehr klein, $\{110\}$ und $\{111\}$ gleich groß.

Merkwürdig ist ein Krystall, welcher einem Rhomboëder mit Basis sehr ähnlich ist; die Messungen zeigen aber leicht, daß es sich um ein verzerrtes Oktaëder handelt. Der Krystall ist nach zwei parallelen Oktaëderflächen tafelförmig.

Die Farbe des Magnetit von Canale Monterano geht vom stahlgrau bis zum schwärzlichen.

Mit Wasserstoffsuperoxyd erhielt ich eine deutliche Titanreaction.

Olivin.

Er kommt häufig in abgerundeten Krystallen vor; Krystalle mit deutlichen Flächen sind sehr selten. Die Farbe ist wechselnd, von sehr hell gelblich bis tief ögelblich.

Die beobachteten Formen sind folgende: $c\{001\}$, $b\{010\}$, $m\{110\}$, $s\{120\}$, $r\{130\}$, $k\{021\}$, $d\{101\}$, $e\{111\}$.

$\{010\}$ fehlt nie; seine Flächen sind bald ziemlich klein, bald größer; tafelförmige Krystalle nach $\{010\}$ kommen aber selten vor. Die Basis ist selten, merkwürdig ist, daß ihre Flächen groß sind. Wie bekannt, ist die Basis an den vulkanischen Olivinkrystallen selten und immer sehr klein. Dies gilt auch für den Olivin der Albaner Gebirge, an dessen Krystallen die Basis fast linear ist. Die zwei Prismen $\{110\}$ und $\{120\}$ sind an allen Krystallen vorhanden; gewöhnlich haben sie fast gleiche Größe, aber manchmal ist $\{110\}$ überwiegend. $\{130\}$ ist sehr selten und zeigt immer kleine Flächen. Ziemlich häufig kommen $\{101\}$ und $\{111\}$ vor, meistens mit kleinen, bisweilen auch mit größeren Flächen.

Melanit.

Von diesem Minerale habe ich einen einzigen, sehr schönen Krystall gefunden, welcher die gewöhnliche Combination $\{110\} \{211\}$ zeigt. Die Flächen von $\{211\}$ sind fast alle sehr klein, eben und regelmäßig, während jene von $\{110\}$ sehr unregelmäßig sind. Die Flächen dieser letzteren Form sind bald durch eine sehr stumpfe, vierkantige Pyramide ersetzt, bald ist

die Structur noch komplicierter und unregelmäßiger. Alle Flächen dieses Krystalls sind gut glänzend.

Gelber Granat.

Ich habe auch eine sehr kleine Gruppe von drei Kryställchen gefunden, welche das Rhombendodekaëder {110} zeigen. Ihre Farbe ist dunkelgelb, sie sind fast vollkommen undurchsichtig. Die Flächen von {110} sind wenig eben, aber stark glänzend.

Idokras.

Dieses Mineral ist sehr selten; ich habe von ihm nur zwei Krystalle gefunden. Der eine ist schmutzig grünlichgrau, undurchsichtig, der andere hell kastanienbraun und etwas durchsichtig. Sie sind an den beiden Enden der Axe *c* gut begrenzt; die Dimensionen erreichen 5 mm nach *c* und 3 mm nach *a* und *b* am ersteren, 8 mm (*c*) und 5 mm (*a*, *b*) am zweiten Krystalle.

Der grünliche Krystall zeigt die Combination: *a*{100}, *c*{001}, *m*{110}, *f*{210}, *p*{111}, *s*{311}.

Die verschiedenen Formen sind ziemlich regelmäßig entwickelt. {100} ist ziemlich groß, {110} sehr groß, und die Flächen von {210} sind zum Teil sehr klein und die anderen groß. Der Glanz ist wenig ausgezeichnet, so daß nur annähernde Messungen ausgeführt werden konnten.

Viel schöner ist der zweite Krystall. Er bietet die Formen: *a*, *c*, *m*, *f*, *h*{310}, *p* und *t*{331} dar.

Dieser Krystall ist sehr unregelmäßig. Die Flächen von {100} und {110} haben fast dieselbe Größe; {210} und {310} zeigen nur einige ihrer Flächen. An einem Ende der Axe *c* ist {111} sehr entwickelt und die Basis sehr klein; am anderen Ende ist die Basis größer, sowie auch {331}, deren Flächen einige ganz schmal, andere viel größer vorkommen. Zahlreiche Flächen dieses Krystalls haben sehr genaue Messungen gestattet. Die kleineren Flächen der Zone [001] geben sehr schöne Bilder, die größeren aber, obwohl sie eben scheinen, sind zu guten Messungen wenig geeignet, weil sie viele Bilder liefern. In dieser Zone sind die gefundenen Mittel:

$$\begin{array}{lll} (110):(310) = 26^{\circ}32' \text{ gem.} & 26^{\circ}34' \text{ ber.} \\ (210):(310) & 8 \ 3\frac{1}{2} \ - & 8 \ 8 \ - \\ (400):(210) & 18 \ 25 \ - & 18 \ 26 \ - \end{array}$$

Für die Pyramidenflächen habe ich folgende Werte erhalten:

$$\begin{array}{ll} (001):(111) = 37^{\circ} \ 6\frac{1}{2}' \\ :(\bar{1}\bar{1}1) & 36 \ 54\frac{1}{2} \\ :(\bar{1}11) & 36 \ 35 \\ :(\bar{1}\bar{1}\bar{1}) & 36 \ 56 \end{array}$$

$$\begin{aligned}(004):(334) &= 66^{\circ} 7' \\ &:(\bar{3}\bar{3}4) \quad 65 \ 39\end{aligned}$$

Ferner:
$$\begin{aligned}(004):(110) &= 90^{\circ} 41\frac{1}{2}' \\ &:(\bar{1}\bar{1}0) \quad 89 \ 34\end{aligned}$$

Diese sehr genauen Messungen lassen gut erkennen, wie stark die Störungen dieses Krystalls sind. Die Winkel der vier oberen Flächen von $\{111\}$ mit der Basis sind nicht gleich; unter ihnen findet sich ein Unterschied von $34'$, und dasselbe ist der Fall für die zwei gemessenen Winkel von $\{334\}$ mit $\{004\}$; der Unterschied erreicht $28'1)$.

Diese so großen Verschiedenheiten beeinflussen natürlich die Werte von c , welche man aus diesem Winkel berechnen kann. Man erhält folgende sechs Werte:

I.	Aus	$(004):(111) = 37^{\circ} 6\frac{1}{2}'$	folgt	$c = 0,53494$
II.	-	$:(\bar{1}\bar{1}1) \quad 36 \ 54\frac{1}{2}$	-	$= 0,53407$
III.	-	$:(\bar{1}11) \quad 36 \ 56$	-	$= 0,53455$
IV.	-	$:(1\bar{1}1) \quad 36 \ 35$	-	$= 0,52482$
V.	-	$:(334) \quad 66 \ 7$	-	$= 0,53230$
VI.	-	$:(\bar{3}\bar{3}4) \quad 65 \ 39$	-	$= 0,52943.$

Der Wert VI ist viel größer als der größte bis jetzt am Idokras beobachtete Wert, nämlich $c = 0,537686$, welcher nach Strüver den Krystallen der Testa ciarva zukommt. Die anderen liegen außer den von V. v. Zepharovich bestimmten Grenzen $0,537544$ und $0,535404$; sie sind aber zwischen diesem und dem an den schwarzen Krystallen der Albaner Gebirge von Strüver gefundenen Werte $c = 0,5278$ gelegen.

Wenn wir den Winkel VI als ganz anomal vernachlässigen, so erhalten wir als Mittel:

$$c = 0,53094,$$

mit welchem die folgenden Winkel berechnet sind.

Kanten:	Grenzen der Messungen:	Mittel:	Berechnet:
$(004):(111)$	$36^{\circ} 35' - 37^{\circ} 6\frac{1}{2}'$	$36^{\circ} 53'$	$36^{\circ} 54' \ 5''$
$:(334)$	—	$66 \ 7$	$66 \ 3 \ 45$

Schwarzer Augit.

Er ist das häufigste Mineral von Canale Monterano. Die Dimensionen der Krystalle wechseln sehr; der größte von mir gesammelte maß 28 mm (c), 15 mm (b) und 13 mm in der Richtung der Normale zu c ; der kleinste nur wenige Millimeter. Die meisten Krystalle sind nach c verlängert, nicht selten auch nadelförmig in dieser Richtung; die zwei anderen Dimensionen

4) Ferner ist der Winkel $(004):(\bar{1}\bar{1}0)$ nicht 90° , sondern ist davon um $26'$ abweichend.

sind manchmal gleich, häufiger sind die Krystalle mehr oder weniger nach {100} tafelförmig. Selten finden sich Krystalle nach {010} tafelförmig, noch seltener solche nach a verlängert.

Die beobachteten Formen sind folgende: a {100}, b {010}, m {110}, z {021}, q {301}, $*P$ {605}, u {111}, h {441}, s {111}, o {221}, λ {331}.

Sie bilden die Combinationen:

- 1) {100} {010} {110} {111},
- 2) {100} {010} {110} {111} {221},
- 3) {100} {010} {110} {111} {021},
- 4) {100} {010} {110} {111} {111},
- 5) {100} {010} {110} {111} {221} {021},
- 6) {100} {010} {110} {111} {021} {605},
- 7) {100} {010} {110} {111} {221} {301},
- 8) {100} {010} {110} {111} {021} {111} {301},
- 9) {100} {010} {110} {111} {221} {021} {111},
- 10) {100} {010} {110} {111} {221} {331} {111},
- 11) {100} {010} {110} {111} {111} {441} {021}.

Von diesen Combinationen sind die merkwürdigsten in Fig. 4—3, Taf. III abgebildet.

An 200 ausgewählten, besonders schönen und gut begrenzten Krystallen habe ich gefunden:

{100}, {010}, {110}, {111}	200 mal,
{221}	82 -
{021}	74 -
{111}	9 -
{301}	2 -
{441}, {605}, {331}	1 -

Was die Häufigkeit der verschiedenen Combinationen betrifft, so fand ich:

die Combinationen	1)	408 mal,
-	5)	55 -
-	2)	17 -
-	3)	14 -
-	9)	7 -
-	4)	2 -
die anderen je		1 -

{100} ist häufig die vorherrschende Form der Zone [001], ziemlich oft ist sie aber kleiner als {110} und manchmal auch als {010}; letzteres ist häufig klein. In Canale Monterano sind aber häufiger als in den Albaner Gebirgen die nach {010} tafelförmigen Krystalle.

Unter den Endflächen ist {111} immer vorherrschend, {021}, {221},

{111} sind gewöhnlich klein; die zwei ersteren erreichen bisweilen eine größere Entwicklung, aber {111} bleibt stets überwiegend.

Merkwürdig sind die Formen {444}, {334}, {304} und {605}, welche alle, mit Ausnahme von {304}, an einem einzigen Krystalle beobachtet wurden.

{444} habe ich am Krystall der Combination 44) gefunden. Er zeigt eine kleine, aber ebene und ziemlich glänzende Fläche, die Kante [111 : 110] abstumpfend. Ich halte diese Form für sicher. Diese Hemipyramide wurde, meines Wissens, bis jetzt am vulkanischen Pyroxen noch nicht erkannt und sie ist auch sehr selten am Diopsid; Kokscharow fand sie an den Krystallen von Achmatowsk.

$$(110) : (444) = 16^{\circ} 30' \text{ gem. } 16^{\circ} 29' 7'' \text{ ber.}$$

{334} hatte ziemliche große Flächen; ich beobachtete sie an einem Krystall, welcher mir vom Prof. R. Meli gegeben wurde. Diese Form ist am schwarzen Augit der Albaner Gebirge unbekannt.

$$(110) : (334) = 24^{\circ} \text{ ca. gem. } 24^{\circ} 27' 18'' \text{ ber.}$$

{304} ist eine am Pyroxen sehr seltene Form. Ich habe sie an zwei Krystallen bestimmt; ihre Flächen sind ziemlich groß, aber matt und etwas gerundet; ich habe daher nur annähernde Messungen erhalten, die aber genügend sind, um das Symbol festzustellen.

$$(100) : (304) = 35^{\circ} \text{ ca. gem. } 35^{\circ} 36' 52'' \text{ ber.}$$

Das positive Hemiorthodoma {605} wäre für den Pyroxen neu. Ich habe es an einem einzigen Krystall bestimmt. Es zeigt eine ziemlich große, ebene und glänzende Fläche (s. Fig. 3, Taf. III). Der Krystall zeigt auch eine sehr kleine Fläche von {021}, welche in der Zeichnung weggelassen wurde.

$$(010) : (605) = 89^{\circ} 50' \text{ gem. } 90^{\circ} 0' 0'' \text{ ber.}$$

$$(100) : (605) \quad 69 \quad 2 \quad - \quad 68 \quad 48 \quad 9 \quad -$$

Die schwarzen Augitkrystalle von Canale Monterano sind manchmal symmetrisch ausgebildet, aber gewöhnlich ist ihr Aussehen ganz unregelmäßig. {100} und {010} haben ihre zwei Flächen meistens von sehr verschiedener Größe, sowie auch {111}; {021} und {221} bieten nur einen Teil ihrer Flächen dar. Was diese Erscheinung betrifft, so habe ich auf sie schon für die Krystalle der Albaner Gebirge aufmerksam gemacht¹⁾; für die von Canale Monterano müßte ich nur das dort darüber Gesagte wiederholen. Auch für die anscheinend hemiëdrisch-hemimorphen Krystalle von Canale Monterano gilt das von mir für die entsprechenden Krystalle der Albaner Gebirge Gesagte.

Die Zwillinge nach dem gewöhnlichen Gesetze sind ziemlich selten;

1) Über den Pyroxen Latiums. Diese Zeitschr. 1900, 33, 39.

häufig sind Verwachsungen verschiedener Krystalle mit den c -Achsen genau parallel. Ich habe auch nicht-parallele Verwachsungen mit den c -Achsen bis 20° untereinander geneigt gefunden.

Diese schwarzen Krystalle zeigen oft Ätzerscheinungen. Bald handelt es sich um feine Andeutungen, bald um sehr starke Ätzungen, so daß die Flächen siebartig erscheinen. Deutliche Ätzfiguren sind sehr selten, weil die Wirkung des Ätzmittels meistens zu lange dauerte, um die zuerst gebildeten zarten Figuren zu schützen; doch habe ich auf den Flächen $\{100\}$ einiger seltener Krystalle die Deltoide mit gerundeten Seiten, welche Greim¹⁾ beschrieb, erkannt. Die Ätzung betraf besonders die Formen der Zone $[001]$; auf den Flächen von $\{111\}$ fehlt sie fast immer, und die anderen Endformen sind von ihr immer frei, mit Ausnahme von $\{221\}$, deren Flächen manchmal feine, zur Combinationskante mit $\{111\}$ senkrechte Linien darbieten.

An einigen Krystallen zeigen die Flächen des Orthopinakoides den Abdruck zahlreicher Augitkryställchen, welche nach $\{100\}$ aufgewachsen waren. Ihre Lage ist ganz regellos.

Besonders erwähnenswert ist ein Krystall, welcher ein Beispiel der seltenen Umwandlung des Augit in Biotit liefert. Der Krystall ist stark verändert, zum Theil zerbrochen, und man kann sehen, daß das Innere aus schwarzem, sehr glänzendem Glimmer mit goldigen Reflexen besteht. Dieser Glimmer ist deutlich zweiaxig mit ziemlich großem Axenwinkel ($2E = 30^\circ$ ca.). Die Ebene der optischen Axen ist der Symmetrieebene parallel; die Dispersion stark, $\rho < \nu$. Der Pleochroismus ist ausgezeichnet und schön selbst an den Spaltungsblättchen, welche braune und hell grünlichgelbe Farben geben.

Es ist bekannt, daß die vulkanischen Mineralien oft geometrische Störungen zeigen; besonders untersucht sind jene des Sanidin, des Idokras, des Titanit und des Amphibol. In meiner Arbeit über den Pyroxen der Albaner Gebirge habe ich darauf aufmerksam gemacht, daß dieses Mineral unbeträchtliche Störungen in seinen Winkeln liefert, während der Sanidin derselben Gegend und auch derselben Blöcke starken Störungen unterworfen ist. Ich habe daher auch einige Augitkrystalle von Canale Monterano vollkommen gemessen, um mich zu versichern, ob sie dasselbe Verhalten wie die Krystalle der Albaner Gebirge haben, oder nicht. Von den ausgeführten Messungen sind hier nur die an einem sehr schön ausgebildeten Krystalle erhaltenen mitgeteilt.

$$\begin{aligned} (100):(010) &= 90^\circ 0' 0'' \\ (\bar{1}00):(0\bar{1}0) &= 89^\circ 59' 45'' \end{aligned}$$

1) Über Ätzfiguren an Diopsid und Spodumen. Neues Jahrb. f. Min., Geol. usw. 1889, 1, 252. Ref. diese Zeitschr. 19, 813.

(010):(110)	= 43°33'45"
: (110)	43 32 45
(010):(110)	43 32 45
: (110)	43 33
(100):(110)	46 26 45
: (110)	46 27 45
(100):(110)	46 27 45
: (110)	46 27
: (111)	76 38 40
: (111)	76 36 25
(010):(111)	60 20 30
(010):(111)	60 19 45

Diese Werte beweisen, daß geometrische Störungen an den Augitkrystallen von Canale Monterano nicht vorkommen, weil die Differenzen zwischen den Winkeln, welche gleich sein müssen, nur selten $1\frac{1}{2}'$ erreichen.

Die gemessenen Winkel sind in guter Übereinstimmung mit den aus den von mir für die Krystalle der Albaner Gebirge berechneten Constanten hergeleiteten Werten.

$$a : b : c = 1,095344 : 1 : 0,5901233; \quad \beta = 74^{\circ} 7' 40''.$$

Kanten:	Zahl:	Grenzen der Beobachtungen:	Mittel:	Berechnet:	Untersch. zw. Mess. u. Rechn.:
(100):(110)	11	46°26'45"—46°29'	46°27' 3"	46°29' 38"	—2' 36"
(110):(110)	14	92 52 — 92 54 45"	92 53 58	92 59 46	—5 48
(010):(110)	14	43 34 30 — 43 34 45	43 33 5	43 30 22	2 43
(111):(110)	3	58 48 — 58 50	58 49	58 49 42	—0 42
(010):(111)	3	60 17 50 — 60 20 30	60 19 42	60 21 54	—2 42
(100):(111)	4	76 36 45 — 76 38 45	76 37 45	76 38 20	—4 5
(110):(111)	1	—	78 29 30	78 29 22	0 8
(021):(111)	1	—	30 30	30 27 26	2 34
(110):(221)	2	35 27 45 — 35 34	35 30 38	35 29 56	0 42
(100):(021)	3	79 27 30 — 79 34 30	79 34	79 35 6	—4 6
(010):(021)	4	44 17 30 — 44 34	44 23 45	44 22 32	1 43
(110):(021)	2	47 59 30 — 48 4	48 1 45	48 1 56	0 8
					$\Sigma = 23' 30''$
					$\epsilon = 1\ 47,5$

Die schwarzen Krystalle werden in Dünnschliffen durchsichtig mit sehr blasser gelblicher Farbe. Der Pleochroismus ist fast unbestimmbar. Die Schliffe zeigen, daß der schwarze Augit fast vollkommen frei von Einschlüssen ist; es gibt aber auch Krystalle, deren Dünnschliffe sehr reich an wasserhaltigen Eisenoxyden sind.

Ich habe die Auslöschungsschiefe an zahlreichen Krystallen bestimmt;

die für $c:c$ erhaltenen Werte schwanken zwischen 47° und 49° . Die von mir untersuchten schwarzen Augitkrystalle von Canale Monterano zeigen nicht eine Spur von Zonar- und Sanduhrstructur.

Eine qualitative Prüfung auf Titan nach der colorimetrischen Methode von A. Weller ließ die Anwesenheit einer ziemlich bedeutenden Menge TiO_2 nachweisen. Ich glaubte daher, daß die quantitative Zusammensetzung zu kennen von Interesse wäre.

Was die Ausführung der Analyse betrifft, so muß ich mitteilen, daß ich für die Trennung von TiO_2 , Al_2O_3 und Fe_2O_3 die Goochsche Methode, für die Bestimmung des Eisenoxyduls die Mitscherlichsche angewandt habe. Die Alkalien wurden nach L. Schmidt bestimmt. Ich fand:

SiO_2	50,88	
TiO_2	1,02	
Al_2O_3	5,36	
Fe_2O_3	1,21	
FeO	4,67	
MnO	Spur	
CaO	22,96	
MgO	13,78	
Na_2O	0,50	
H_2O	0,34	direct bestimmt
	<hr/> 100,72	

Grüner Pyroxen.

Nach den Auslöschungsschiefen kann man die Krystalle dieses Minerals einteilen in grünen Augit und Ägirinaugit.

Grüner Augit. Seine Krystalle sind sehr häufig. Sie sind alle mehr oder weniger nach der verticalen Axe verlängert, und in dieser Richtung erreichen sie auch 7—8 mm. Die Farbe wechselt vom Grasgrünen zu Dunkelgrünem, fast Schwarzen. Die beobachteten Formen sind: $a\{100\}$, $b\{010\}$, $m\{110\}$, $s\{\bar{1}11\}$, $z\{021\}$, welche die Combinationen $abms$ und $abmsz$ bilden.

Ziemlich häufig sind die zwei Pinakoide sehr klein und das Prisma $\{110\}$ stark vorherrschend. Die Flächen der Zone $[001]$ zeigen oft Ätzerscheinungen; es handelt sich um Linien oder Rechtecke, deren größere Kante mit der Axe c einen Winkel von 90° ca. bildet.

$c:c$ schwankt zwischen 50° — 56° . Der Pleochroismus ist meistens:

a = grüngelb,
 b = dunkelgrün,
 c = hell grasgrün.

Manchmal hat man: a = hellgrün,
 c = gelbgrün.

Die Winkel scheinen von jenen des schwarzen Augit etwas verschieden zu sein. Leider gestatten die grünen Krystalle nur selten genaue Messungen, ferner sind sie gewöhnlich zerbrochen, so daß die Endflächen sehr sparsam vorkommen. Ich habe gefunden:

$$\begin{aligned}(110):(1\bar{1}0) &= 87^{\circ} 5' - 87^{\circ} 8\frac{1}{2}' \\ (100):(110) &= 46 26 - 46 33 \\ (010):(110) &= 43 33 - 43 35 \\ (110):(\bar{1}11) &= 78 49\frac{1}{2}' \\ (110):(11\bar{1}) &= 58 46\frac{1}{2}' \\ (\bar{1}00):(\bar{1}11) &= 76 28 - 76^{\circ} 30'\end{aligned}$$

Die Messungen sind zu wenig zahlreich, um die Constanten zu berechnen.

Ägirinaugit. Er ist viel seltener, als der grüne Augit. Seine Kryställchen besitzen sehr hellgrüne Farbe und sind sehr selten an den Enden der Axe c ausgebildet. Ich habe einmal die Combination $abmgsz$ beobachtet. $c:c$ schwankt um 70° . Ein schönes Kryställchen lieferte:

$$\begin{aligned}\text{auf } (010) \ c:c &= 74^{\circ} \\ - \ (110) &= 58^{\circ}.\end{aligned}$$

Der Pleochroismus ist nicht von jenem des grünen Augit zu unterscheiden, wenigstens bei den von mir beobachteten Krystallen.

Eine vollkommene Untersuchung dieser grünen Pyroxene war nicht möglich, weil die sehr kleinen Dimensionen der Krystalle die chemische Analyse auszuführen verhindern. Man kann daher nicht sagen, ob Beziehungen zwischen Farbe, Pleochroismus und Zusammensetzung vorkommen und ob es sich wirklich um Ägirinaugit oder vielmehr um den von Viola¹⁾ benannten »Fedorowit« handelt. Einige von mir ausgeführte Prüfungen haben mich versichert, daß die Krystalle mit $c:c = 70^{\circ}$ ca. nicht viel Natron und sehr wenig Eisen enthalten, sie näherten sich daher mehr dem Fedorowit.

Sanidin.

Die Krystalle dieses Minerals kommen häufig nur im Tuff in der Nähe der Schwefelgruben und in den Sanden des Bächleins, welches durch den Tuff fließt, vor. Wo der Trachyt von den Schwefelemanationen stark verändert ist, scheint der Sanidin gewöhnlich weiß, undurchsichtig, etwas zerreiblich und mehr oder weniger in Kaolin umgewandelt. Die meisten Krystalle sind aber vollkommen wasserhell; selten sind sie etwas gelblich. Ihre Dimensionen wechseln sehr; sie messen bis 5—6 mm in ihrer größten Ausdehnung.

¹⁾ Mineralogische und petrographische Mitteilungen aus dem Hernikerlande in der Provinz Rom. Neues Jahrb. f. Miner., Geol. usw. 1899, 1, 121. — Viola und Kraus, Über Fedorowit. Diese Zeitschr. 1900, 33, 37.

Die an zahlreichen Krystallen beobachteten Formen sind folgende: $P\{004\}$, $M\{040\}$, $T\{440\}$, $z\{430\}$, $y\{204\}$, $n\{024\}$, $o\{\bar{1}11\}$, $g\{\bar{1}12\}$, $*m\{556\}$.

Letztere ist für den Orthoklas neu. Ich habe sie am Krystall der Fig. 6, Taf. III beobachtet. Sie zeigt ziemlich große Flächen und hat eine gute Messung geliefert:

$$(004):(556) = 29^{\circ}48' \text{ gem. } 29^{\circ}57'44'' \text{ ber. } ^1).$$

Die Combinationen, zu welchen die erwähnten Formen sich vereinigen, sind folgende:

- 1) $\{004\} \{040\} \{440\}$,
- 2) $\{004\} \{040\} \{440\} \{430\}$,
- 3) $\{004\} \{040\} \{440\} \{204\}$,
- 4) $\{004\} \{040\} \{440\} \{204\} \{\bar{1}11\}$,
- 5) $\{004\} \{040\} \{440\} \{430\} \{204\}$,
- 6) $\{004\} \{040\} \{440\} \{430\} \{204\} \{024\}$,
- 7) $\{004\} \{040\} \{440\} \{204\} \{\bar{1}11\} \{024\}$,
- 8) $\{004\} \{040\} \{440\} \{204\} \{\bar{1}11\} \{\bar{1}12\}$,
- 9) $\{004\} \{040\} \{440\} \{204\} \{\bar{1}11\} \{\bar{1}12\} \{556\}$,
- 10) $\{004\} \{040\} \{440\} \{430\} \{204\} \{\bar{1}11\} \{024\}$.

Die Combinationen 8) und 9) wurden nur an einem einfachen Krystalle beobachtet; sie sind besonders merkwürdig durch das Auftreten von $\{\bar{1}12\}$, welche eine am Sanidin seltene Form ist. Ich habe sie an den Krystallen von Tombe dei Nasoni, nahe bei Rom, beobachtet; P. Franco erwähnt sie am vesuvischen Sanidin.

Die Sanidinkrystalle von Canale Monterano unterscheiden sich in vier Gruppen: einfache Krystalle, Manebacher, Karlsbader und Bavenoer Zwillinge, sowie einen Doppelzwilling.

Einfache Krystalle. Sie sind ziemlich häufig und zeigen sehr wechselnden Habitus. An ihnen wurden die Combinationen 2—10 beobachtet, von denen die zweite selten ist; unter den anderen kommen seltener jene, welche $\{430\}$ zeigen, vor. $\{430\}$ ist immer viel kleiner als $\{440\}$. Die einfachen Krystalle sind manchmal nach c prismatisch, häufiger sind sie mehr oder weniger nach $\{040\}$ tafelförmig; selten sind jene nach a verlängert. An den einfachen Krystallen haben $\{204\}$ und $\{\bar{1}11\}$ sehr wechselnde Größe, selten aber ist $\{\bar{1}11\}$ vorherrschend, wie Fig. 8, Taf. III. Die Figg. 2, 6, 11 meiner früheren Arbeit über den Sanidin²⁾, sowie die Figg. 4—8 und 10, Taf. III zeigen die merkwürdigsten und häufigsten Typen.

¹⁾ Bei Anwendung der für den Fundort eigenen Constanten.

²⁾ Sul Sanidino. Rivista di miner. e crist. ital. 1904, 25. — Mineralogische Mitteilungen, Nr. 9. Diese Zeitschr. 1904, 34, 243. Hier sind die entsprechenden Figg. 12, 13, 16.

Es ist schwer, einfache Krystalle zu finden, welche die genaue Messung vieler Winkel gestatten. Ich habe drei solche gefunden, welche ganz genaue Messungen lieferten. Wie bekannt zeigen die Sanidinkrystalle der bis jetzt untersuchten Fundorte geometrische, manchmal sehr bedeutende Störungen, welche sogar die Zonen stören. Ferner variieren die krystallographischen Constanten von Localität zu Localität sehr, und die Winkel können auch von Krystall zu Krystall selbst derselben Localität starke Schwankungen zeigen.

Nun sehen wir das Resultat der an den drei Krystallen von Canale Monterano ausgeführten Messungen.

Krystall 4. Er ist einer der größten und zeigt die Formen {004}, {040}, {440}, {430}, {204}, {444}, {024}; die zwei letzteren bieten aber etwas unsichere Messungen, welche deshalb vernachlässigt wurden.

(040): (440)	= 59°29' 45"
(040): (440)	59 28 45
(440): (440)	60 56 40
(440): (430)	30 6 50
(040): (430)	29 24 25
(004): (440)	67 49 30
: (440)	67 48 50
: (204)	99 50 5
: (040)	89 59 45
: (040)	89 59 45
(204): (440)	45 40 25
: (440)	45 44 35

Diese Tabelle beweist, daß die Störungen am vorliegenden Krystalle sehr klein sind, weil die Winkel, welche für die monokline Symmetrie gleich sein sollten, höchstens um $4\frac{1}{2}'$ verschieden sind. Die Winkel der Zonen [004] und [400] zeigen, daß die zwei Flächen von {040} nicht parallel sind; die Neigung ist aber gering.

Aus den acht Winkeln, welche größeres Gewicht besitzen, folgen die Constanten: $a : b : c = 0,65543 : 0,55472$; $\beta = 64^\circ 0' 45''$.

Kanten 4):	Gemessen:	Berechnet:	Diff.:
(440): (440)	= 60°56' 40"	64° 0' 34"	—3' 54"
(040): (440)	59 28 45	59 29 43	—0 58
: (430)	29 24 25	29 30 4	—8 56
(440): (430)	30 6 50	29 59 42	7 8
(004): (440)	67 49 40	67 49 40	—
: (204)	99 50 5	99 50 2	0 3

4) Die Winkel zwischen verschiedenen Flächen derselben Formen sind zu einem vereinigt.

Kanten:	Gemessen:	Berechnet:	Diff.:
(001):(010) =	89° 59' 45"	90° 0' 0"	—0' 45"
(201):(110)	45 44	45 44 3	—0 3
			$\Sigma = 21' 47''$
			$\varepsilon = 2 43$

Krystall II. Er zeigt die Combination {010} {001} {110} {130} {111}; letztere ist wenig glänzend. Die gemessenen Winkel sind:

(010):(110) =	59° 26' 50"
(010):(130)	29 25 10
(110):(130)	30 1 40
(010):(130)	29 34 20
(001):(010)	89 57 25
: (010)	90 0 30
: (201)	90 48 20
: (110)	67 49 45
: (130)	77 36 45
: (130)	77 28 30
(201):(110)	45 44 30

Diese Winkel lassen ziemlich bedeutende Störungen erkennen. Die zwei Winkel (010):(130) und (010):(130) sind um 4' 30" verschieden; das Gleiche ist der Fall für (001):(130) und (001):(130) (Unterschied 8' 45", d. h. viel beträchtlicher). Aus den ausgeführten Messungen der Winkel zwischen {001} und {010} geht hervor, daß die zwei Flächen von {010} nicht parallel sind. Auch die Flächen von {001} sind untereinander geneigt; aus verschiedenen Winkeln scheint die Neigung etwa 3' nach außen zu erreichen.

Aus den acht Winkeln mit größtem Gewicht folgt das Axenverhältnis:

$$a:b:c = 0,65644 : 1 : 0,55279; \quad \beta = 64^\circ 0' 4''.$$

Kanten:	Gemessen:	Berechnet:	Diff.:
(010):(110) =	59° 26' 50"	59° 27' 32"	—0' 42"
: (130)	29 28 15	29 27 54	0 21
(110):(130)	30 1 40	29 59 38	2 2
(001):(110)	67 49 45	67 49 7	0 38
: (130)	77 32 38	77 32 52	0 14
: (201)	99 48 20	99 48 33	—0 13
: (010)	89 57 58	90 0 0	—2 2
(201):(110)	45 44 30	45 44 44	—0 14
			$\Sigma = 6' 26''$
			$\varepsilon = 0 48$

Krystall III. Auch er bietet die Combination {010} {001} {110} {130}

{204} {111}, und die Flächen von {111} sind, wie gewöhnlich, schlecht ausgebildet. Die gefundenen Winkel sind folgende:

(010):(110)	= 59°36'45"
: (130)	29 44 10
(110):(130)	29 55 35
(010):(130)	29 34 40
: (110)	59 30 10
(110):(130)	29 58 30
(110):(110)	60 57 30
(004):(010)	90 1 30
: (010)	89 57 20
: (201)	99 50 7
: (110)	67 50 30
: (130)	77 30 20
: (130)	77 32 10
(201):(110)	45 42 45

Die Zone [004] zeigt ziemlich starke Störungen. Die Winkel (010):(110) und (010):(110) sind um 6'35" verschieden; für (010):(130) und (010):(130) erreicht die Differenz 9'30". Dies rührt zum Teil von dem Nichtparallelismus der Flächen von {010} und zum Teil von verschiedener Lage der anderen Flächen der Zone her.

Die aus zehn Winkeln berechneten Constanten sind:

$$a : b : c = 0,65357 : 1 : 0,54998; \beta = 64^{\circ}3'43''.$$

Kanten:	Gemessen:	Berechnet:	Diff.:
(110):(110) =	60°57'30"	60°53'6"	4'24"
(010):(110)	59 33 28	59 33 27	0 1
: (130)	29 36 25	29 33 44	2 44
(110):(130)	29 57 3	29 59 46	-2 43
(004):(010)	89 59 25	90 0 0	-0 35
: (110)	67 50 30	67 50 20	0 10
: (130)	77 34 45	77 32 3	-0 48
: (201)	99 52 55	99 50 7	2 48
(201):(110)	45 42 45	45 39 12	3 33
			$\Sigma = 17'46''$
			$\varepsilon = 1 58$

Vergleichen wir die an den drei Krystallen gemessenen Winkel, so gehen einige merkwürdige Tatsachen daraus hervor. Die erste ist; daß es an derselben Localität Krystalle mit bedeutenden Störungen und andere ohne Anzeichen solcher gibt¹⁾. Die Zone [004] ist die am stärksten gestörte.

1) Das erschwert die Auffindung einer rationellen Erklärung dieser Anomalien, weil die Krystalle von Canale Monterano alle demselben Fundorte angehören und mit

Endlich folgt aus der Vergleichung der Winkeltabellen, daß, während einige Winkel selbst an demselben Krystalle beträchtlichen Schwankungen unterworfen sind, einige andere fast constant bleiben. Die am meisten wechseln sind jene, welche {110} und {130} mit dem Klinopinakoid bilden, etwas weniger (004):(130). Die Winkel (20 $\bar{1}$):(110), (004):(110), (004):(20 $\bar{1}$) haben an den drei Krystallen fast gleiche Werte. Bemerkenswert ist, daß diese constanten Winkel gerade jene sind, welche den Sanidin von Canale Monterano charakterisieren.

Die Constanten, welche sich den gefundenen Mittelwerten anpassen, sind:

$$a:b:c = 0,65544 : 1 : 0,55434; \quad \beta = 64^{\circ}0'47''.$$

Kanten:	Grenzen der Beobacht.:	Zahl:	Mittel:	Berechnet:	Diff.:
(110):(1 $\bar{1}$ 0) =	60°56'40"—60°57'30"	2	60°57' 5"	60°59'16"	-2' 11"
(010):(110)	59 26 50 — 59 36 45	5	59 30 15	59 30 22	-0 7
(010):(130)	29 24 25 — 29 44 10	5	29 30 9	29 30 39	-0 30
(110):(130)	29 55 35 — 30 6 50	4	30 0 39	29 59 43	0 56
(001):(010)	89 57 20 — 90 1 30	6	89 59 43	90 0 0	-0 47
(004):(110)	67 48 50 — 67 50 30	4	67 49 39	67 49 2	0 37
(004):(130)	77 28 30 — 77 36 45	4	77 34 56	77 32 8	-0 42
(004):(20 $\bar{1}$)	99 48 20 — 99 50 7	3	99 49 34	99 50 36	-1 5
(20 $\bar{1}$):(110)	45 40 25 — 45 42 45	4	45 41 34	45 44 3	0 34
					$\Sigma = 6' 56''$
					$\epsilon = 0 46$

Die Constanten der einfachen Sanidinkrystalle von Canale Monterano sind von den für die anderen untersuchten Fundorte sehr verschieden, was die Schlußfolgerungen einer anderen Arbeit vollkommen bestätigt¹⁾. Die in der früheren Arbeit für sechs Fundorte berechneten Constanten sind:

Laacher See	$a:b:c = 0,64925 : 1 : 0,5547;$	$\beta = 63^{\circ}54'$	Strüver
Blöcke d. Viterbesischen	$0,655890 : 1 : 0,552868;$	63 54	Zambonini
- der Albaner Gebirge	$0,656804 : 1 : 0,552392;$	63 54 5"	-
- vom Vesuv	$0,655046 : 1 : 0,552224;$	63 56	-
Tombe dei Nasoni	$0,656647 : 1 : 0,553223;$	63 57 30	-
Trach. von Quartuccio und M. Cimino	$0,656503 : 1 : 0,553588;$	63 57 40	-

Die einfachen Krystalle von Canale Monterano liefern den kleinsten für c beobachteten Wert und den größten für β . Es ist auch zu beachten, daß sie geringere Störungen als jene von anderen Fundorten zeigen²⁾. Mit dem von mir für den Sanidin im allgemeinen berechneten Axenverhältnis

voller Wahrscheinlichkeit dieselbe Entstehung haben, und daher müßten alle oder keiner Störungen zeigen.

1) Siehe Fußnote 4) S. 59.

2) Daraus folgt die vollkommene Übereinstimmung unter gefundenen und berechneten Werten. Die Krystalle von Canale Monterano geben für ϵ den kleinsten beobachteten Wert.

$$a : b : c = 0,65502 : 1 : 0,55267; \quad \beta = 63^{\circ} 55' 30''$$

ist $\Sigma = 28' 7''$, $\varepsilon = 3' 7''$, was eine noch ziemlich befriedigende Übereinstimmung darstellt ¹⁾.

Das geometrische Verhalten des Sanidin von Canale Monterano ist von dem an anderen Sanidinen beobachteten ganz verschieden. Schon Strüver fand, daß das Verhältnis $c:b$ bei den Krystallen aus den Albaner Gebirgen viel weniger wechselnder als $a:b$ und β war, und dies gilt auch für die anderen Fundorte. An den einfachen Krystallen von Canale Monterano ist das Gegenteil der Fall, nämlich $c:b$ ist viel wechselnder als $a:b$.

Manebacher Zwillinge. Sie sind sehr selten. Gewöhnlich sind sie nach {010} tafelförmig, am besten entwickelt an ihnen fand ich die Formen {010}, {001}, {110}, {201} und {021}. Zwillinge nach dem Manebacher Gesetze waren bis jetzt noch nicht am italienischen Sanidin beobachtet worden; sie sind auch an vielen anderen Sanidinen unbekannt. Penfield fand solche Zwillinge unter den Sanidinkrystallen von Obisidian Cliff; sie waren aber nach {001} tafelförmig.

Genaue Messungen gaben:

$$\begin{array}{lcl} (001) : (\bar{2}01) = 80^{\circ} 5' & \} & 80^{\circ} 9' 24'' \text{ ber. } ^2) \\ (\underline{001}) : (20\bar{1}) & 80 & 49 \\ (\bar{2}01) : (20\bar{1}) & 49 & 45 \quad 49 \quad 44 \quad 12 \quad - \end{array}$$

Bavenoer Zwillinge. Sie sind sehr häufig, vielleicht mehr als die einfachen Krystalle, und besitzen ein gewisses Interesse sowohl wegen des wechselnden Habitus, wie wegen der Eigentümlichkeit einiger Combinationen.

Sie zeigen gewöhnlich die Combination {001} {010} {110} {130}, und sehr selten treten {201} und {111} hervor. Außerordentlich selten sind regelmäßige Zwillinge, welche am Ende des einspringenden Winkels zwei Flächen von {110} und zwei von {130} für jedes Individuum besitzen. Gewöhnlich herrscht an jedem Individuum eine Fläche von {130} so vor, daß {110} ganz untergeordnet wird und nur eine einzige Fläche oder auch die zweite sehr klein zeigt. Manchmal ist das Gegenteil der Fall, nämlich es herrscht an jedem Individuum eine Fläche von {110} stark vor. Eine wahre Seltenheit sind die Zwillinge, welche die Combination {010} {001} {110} zeigen; {110} bietet nur eine große Fläche an jedem Ende für jedes Individuum dar. Eine solche Combination ist den Bavenoer Zwillingen eigentümlich.

Wie gesagt, ist der Habitus wechselnd. Bald haben diese Zwillinge würfelförmigen Habitus, wegen der gleichen Länge der Kanten PM und

¹⁾ An anderen Fundorten ist die Übereinstimmung unter den gefundenen und den bei Anwendung der für die Localität eigenen Constanten berechneten Werte noch schlechter. Z. B. ist ε für die vesuvischen Krystalle $3' 38''$.

²⁾ Nach dem für die einfachen Krystalle berechneten Axenverhältnis.

Mz , bald sind sie nach der Kante PM verlängert. In beiden Fällen sind $\{001\}$ und $\{010\}$ gleich groß. Seltener sind schöne Zwillinge, welche nach einer M -Fläche eines Individuums und der fast parallelen P des anderen tafelförmig sind.

Durchkreuzungszwillinge nach dem Bavenoer Gesetze sind ziemlich häufig, aber nur selten zeigen sie deutliche Endflächen. Die $\{001\}$ -Flächen eines Krystalles decken sich fast genau parallel mit einer $\{010\}$ -Fläche des anderen Krystalles und bilden eine einzige, scheinbar homogene Fläche, welche aber deutlich eine Naht erkennen läßt. Diese Naht ist sehr unregelmäßig; ferner besitzen die zwei Krystalle des Zwillinges immer eine verschiedene Größe. Nur einmal habe ich an solchen Durchkreuzungszwillingen vollständig ausgebildete Combinationen bestimmen können. Die zwei Krystalle zeigten die Formen $\{001\}$, $\{010\}$, $\{110\}$, $\{130\}$, $\{201\}$, $\{111\}$; das Protoprisma $\{110\}$ war sehr klein, während $\{130\}$ sehr große Flächen hatte, wie auch $\{111\}$: $\{201\}$ außerordentlich klein war, fast unsichtbar.

Die Winkel der Bavenoer Zwillinge sind sehr wechselnd. Bald sind die Winkel zwischen Flächen mit gleichem Symbol an beiden Individuen fast gleich, bald sind sie stark verschieden. Z. B. lieferten zwei Zwillinge:

	I.	II.		I.	II.
Mz	$29^{\circ}15'$	$29^{\circ}15'$	TT	$60^{\circ}54'$	$60^{\circ}49'$
MT	$59\ 43$	$59\ 47$			

Von Zwilling zu Zwilling variieren die Winkel sehr, wie einige Beispiele zeigen:

TT	$60^{\circ}49' - 61^{\circ}7'$
MT	$59\ 43 - 59\ 38$
Mz	$29\ 9 - 29\ 27$
Tz	$29\ 54\frac{1}{2} - 30\ 8$

Die Berechnung eigener Constanten ist unter solchen Bedingungen vollkommen wertlos, weil jeder Zwilling ein besonderes Axenverhältnis erfordern würde, und die Schwankungen von Zwilling zu Zwilling viel beträchtlicher sind als jene, welche zwischen Krystallen von verschiedenen Fundorten constatiert wurden.

Karlsbader Zwillinge. Sie sind ziemlich selten, und immer nach $\{010\}$ tafelförmig. Es handelt sich gewöhnlich um Contactzwillinge; sie zeigen fast ausnahmslos die Combination $\{010\}$ $\{001\}$ $\{110\}$ $\{130\}$ $\{201\}$, manchmal auch $\{111\}$.

Doppelzwillinge. Sehr merkwürdig ist ein Kryställchen, welches 3 mm nach der Kante PM mißt. Es besteht aus zwei Bavenoer Zwillingen, welche so verwachsen sind, daß ihre Verwachsungsfläche senkrecht zur Kante PM ist. Solche Zwillinge wurden von Klockmann¹⁾ am Orthoklas

1) Die Zwillingungsverwachsungen des Orthoklases aus dem Granitit des Riesengebirges. Diese Zeitschr. 1882, 6, 493.

der »Abruzzes« bei Kunnersdorf beschrieben, und der kleine Krystall, welchen ich zu Canale Monterano gefunden habe, bietet dasselbe Aussehen wie jener, welchen Klockmann abgebildet hat (s. Fig. 474, S. 1364 des II. Bds. des Hintzeschen Handbuches), nur fehlt $\{201\}$ an meinem Krystalle und $\{111\}$ ist groß entwickelt.

Ich habe nur einen solchen Doppelzwilling gefunden, auch zu Kunnersdorf kommen sie sehr selten vor.

Besondere Erwähnung verdient der Krystall der Fig. 9, Taf. III; welcher asymmetrisch zu sein scheint. Schon der Habitus, wegen der ungewöhnlichen Größe einer Fläche von $\{130\}$ und der Anwesenheit einer einzigen und großen Fläche von $\{111\}$, ist deutlich asymmetrisch; die Messungen bestätigen diese Vermutung. Alle Flächen, mit Ausnahme von $\{010\}$, spiegeln sehr gut und liefern daher sehr genaue Messungen.

$(110):(\bar{1}\bar{1}0)$	$= 60^{\circ}49'$
$(110):(130)$	29 53
$(\bar{1}\bar{1}0):(130)$	30 4
$(001):(130)$	77 26
: (110)	67 $48\frac{1}{2}$
: $(\bar{1}\bar{1}0)$	67 54
: $(20\bar{1})$	99 $35\frac{1}{2}$
$(20\bar{1}):(110)$	45 45
: $(\bar{1}\bar{1}0)$	45 $29\frac{1}{2}$
: (130)	66 7
: $(\bar{1}\bar{3}0)$	66 28

Die vier letzten Werte, welche zu je zweien gleich sein müßten, sind zu verschieden, um annehmen zu können, daß die Unterschiede auf die gewöhnlichen geometrischen Störungen des Sanidins zurückzuführen sind. Unter den Winkeln, welche gleich sein sollten, finden sich nie ¹⁾ Differenzen, welche 24' erreichen, wie es für die Winkel $(20\bar{1}):(1\bar{3}0)$ der Fall ist. Auch der Unterschied von $44\frac{1}{2}'$ zwischen den Winkeln $(20\bar{1}):(110)$ und $(20\bar{1}):(1\bar{1}0)$ ist außerordentlich groß. Man muß ferner beachten, daß die einfachen Sanidinkrystalle von Canale Monterano sehr wenig bedeutende Störungen zeigen und daß die Winkel, welche am streitigen Krystall verschieden sind, am gewöhnlichen Sanidin von Canale Monterano nicht nur an einem, sondern an allen Krystallen fast constant bleiben. Ferner sind die Werte der an unserem Krystalle gemessenen Winkel von jenen der einfachen Sanidinkrystalle dieses Fundortes bedeutend verschieden. Es war also bewiesen, daß der streitige Krystall und die einfachen Sanidinkrystalle

¹⁾ Dies geht aus meiner früheren Arbeit klar hervor.

nicht gleich sind, und kann auch kein Zweifel bleiben über seinen symmetrischen Charakter.

Die staurososkopischen Beobachtungen bestätigen obige Folgerungen. Auf (010) bildet die Auslöschungsrichtung einen Winkel von $+2\frac{1}{2}^\circ$ mit der Kante [001:010], während sie am Sanidin $+5^\circ$ ca. beträgt. Ich habe auch die Messung der Auslöschung auf (004) gegen die Kante [004:010] auszuführen versucht und fand, daß die Auslöschung nicht parallel ist; eine genaue Messung war nicht möglich, und andere optische Bestimmungen konnten wegen der trüben Beschaffenheit der Krystalle nicht ausgeführt werden.

Durch seine optischen Eigenschaften, sowie durch die Winkel, welche der monoklinen Symmetrie nahe stehen, scheint unser Krystall dem Mikroklin zu entsprechen. Ein vulkanischer Mikroklin ist noch nicht bekannt, und ich wage nicht, die Frage als gelöst zu betrachten. Die Auffindung eines Krystalles mit den erwähnten Eigenschaften läßt hoffen, daß man vulkanischen Mikroklin wird finden können.

Blottit.

Dieses Mineral zeigt sehr schöne Krystalle, welche immer nach der Basis dünntafelförmig sind und bis 30 mm in der größten Dimension erreichen. Ihre Farbe ist schwarz, in den dünneren Blättchen hellbraun. Die Krystalle sind vollkommen undurchsichtig. Die Basisflächen sind stark glänzend, die Seitenformen aber mehr oder weniger matt.

Die Krystalle sind oft gekrümmt und zusammengesetzt; selten sind jene, welcher außer der Basis noch andere Flächen bestimmen lassen.

Die beobachteten Formen sind folgende: $c\{001\}$, $b\{010\}$, $\mu\{\bar{1}11\}$, $q\{\bar{1}14\}$, $o\{112\}$, $\alpha\{021\}$, $e\{023\}$.

Die meisten Krystalle bieten die gewöhnliche einfache Combination $\{001\}\{010\}\{\bar{1}11\}$ dar. Von diesen Formen haben $\{010\}$ und $\{\bar{1}11\}$ wechselnde Größe; oft sind die Krystalle nach der Axe a verlängert, so daß $\{010\}$ über $\{\bar{1}11\}$ vorherrschend erscheint, aber auch ziemlich häufig kommen Krystalle vor, an welchen zwei $\{\bar{1}11\}$ -Flächen viel größer als die zwei anderen und jene von $\{010\}$ sind, und die Krystalle werden dann nach der Kante $[\bar{1}\bar{1}0]$ verlängert.

Noch ziemlich gewöhnlich ist die andere Combination $\{001\}\{010\}\{\bar{1}11\}\{112\}$; bald sind die Flächen von $\{112\}$ größer als jene von $\{\bar{1}11\}$, bald ist das Gegenteil der Fall. An einigen Krystallen sind die $\{112\}$ -Flächen zum Teil größer, zum Teil kleiner als jene von $\{\bar{1}11\}$. Es gibt auch Krystalle dieser Combination, an welchen $\{\bar{1}11\}$ nur eine einzige und kleine Fläche zeigt. Selten ist die Combination $\{001\}\{010\}\{\bar{1}14\}$. Es handelt sich gewöhnlich um Krystalle, welche dünntafelförmig nach der Basis sind, so daß die Seitenflächen sehr schmal sind.

Merkwürdig ist der Krystall, welcher die Combination $\{001\}\{010\}$

$\{\bar{1}11\}$ $\{\bar{1}\bar{1}4\}$ $\{023\}$ zeigte. Er ist sehr unregelmäßig, $\{023\}$ hat nur die zwei oberen Flächen $\{023\}$ und $\{0\bar{2}3\}$ und es fehlen die unteren völlig. Von $\{\bar{1}14\}$ sind drei Flächen groß und die vierte klein; $\{\bar{1}\bar{1}1\}$ bietet nur zwei anliegende Flächen dar, von denen die eine groß, die andere sehr klein ist.

An einigen Krystallen kommen auch kleine $\{0kl\}$ vor; es ist aber schwer, ihre Symbole genau zu bestimmen, weil ihre Flächen wenig glänzend sind. Mit Sicherheit konnte ich nur das Klinodoma $\{021\}$ erkennen.

Die folgenden Winkel, welche die erwähnten Symbole bestätigen, wurden zum Teil mit dem Anlege-, die anderen mit dem Wollastonschen Reflexionsgoniometer gemessen. Die berechneten Werte sind jene des Handbuches von Dana.

$(001): (023) =$	65°	gem.	$65^\circ 23'$	ber.
$: (021)$	81	-	$81\ 19$	-
$: (\bar{1}11)$	$81\frac{1}{2}$	-	$81\ 19$	-
$: (\bar{1}\bar{1}4)$	$58^\circ - 59^\circ$	-	$58\ 35$	-
$: (112)$	72 ca.	-	$73\ 4$	-

Die Ebene der optischen Axen ist der Symmetrieebene parallel. Der Axenwinkel $2E$ schwankt ziemlich stark, nicht nur von Krystall zu Krystall, sondern auch in verschiedenen Spaltungslamellen desselben Krystalls. Drei Platten, welche aus einem Krystalle hergestellt waren, lieferten für $2E$ folgende Werte: $48^\circ 30'$, $45^\circ 10'$, $46^\circ 45'$ (rotes Licht). Zwei Platten von einem andern Krystalle gaben: $2E = 27^\circ$ und 20° (rotes Licht). Alle beobachteten Werte schwankten zwischen 40° und 28° (rotes Licht). Dispersion $\varrho < \nu$.

Turin, chemisches Laboratorium der Scuola degli Ingegneri.

IV. Beitrag zur Krystallographie der Salze von NH_4 , K, Rb, Cs.

Von

B. Goßner in München.

(Mit 2 Textfiguren.)

Die vorliegende Abhandlung enthält die Resultate einer Anzahl von Versuchen, die ich auf Veranlassung von Herrn Professor P. v. Groth, zum Teil in andrer Absicht als der Titel angibt, unternahm.

Es werden zunächst Mischungsversuche beschrieben, die sich mit den Isomorphieverhältnissen zweier Salzpaare aus der Gruppe der Alkalihalogenide, nämlich von NH_4Cl — NH_4J und NH_4J — KJ beschäftigen. Sie sollen nur als Beobachtungsmaterial dienen bei der Beurteilung der nicht ganz einfach liegenden Isomorphieverhältnisse der Alkalihalogenide überhaupt, ohne daß jedoch auf diese Verwertung des Materials hier näher eingegangen werde. Der größere Teil der Abhandlung betrifft die krystallographische Untersuchung der Eisenchloriddoppelsalze der genannten Metalle von der Formel $\text{FeCl}_2\overset{\text{I}}{\text{Me}_2}\cdot\text{H}_2\text{O}$.

Chlorammonium—Jodammonium und Jodammonium—Jodkalium.

Die Mischungsversuche wurden in der Weise angestellt, daß die gemischte Lösung, deren Zusammensetzung nur annähernd bekannt ist, immer bei 40° — 50° gesättigt und dann langsam auf ca. 20° abgekühlt wurde. Das spezifische Gewicht der abgeschiedenen Krystalle diente als Prüfungsmittel¹⁾ für die Änderung in der Zusammensetzung und wurde nach der Schwebemethode mit der Mohr-Westphalschen Wage ermittelt. Als Schwebeflüssigkeit diente Acetylentetrabromid + Toluol; Methylenjodid war

1) Hier wie in den folgenden Mischungsversuchen konnte das spezifische Gewicht abermals sehr gut verwendet werden, da die reinen Endglieder stark verschieden sind im spezifischen Gewicht.

nicht zu verwenden, da die an Jodammonium reichen Krystalle unter seinem Einflusse rasch oberflächlich trüb werden und langsam zu einem Pulver zerfallen. Zu bemerken ist, daß in beiden Fällen das spezifische Gewicht sehr gut zu bestimmen war und daß die Schwankungen bei den einzelnen Abscheidungen sehr gering erschienen.

Chlorammonium—Jodammonium

NH_4Cl , spec. Gew. 1,532 Goßner.

NH_4J - - 2,504 Slavik.

Die gemischte Lösung enthielt 70 g NH_4Cl und 70 g NH_4J . Zuerst erfolgten mehrere Abscheidungen von vollkommen klaren, optisch isotropen Nadeln, ohne Zweifel vom NH_4Cl -Typus. NH_4Cl krystallisiert hier besser als aus reinen Lösungen, so daß das spezifische Gewicht sehr gut zu bestimmen war. Die einzelnen Abscheidungen ergaben 1,538, 1,536, 1,540, 1,547 spezifisches Gewicht. Dann folgten einige Abscheidungen, welche neben wenig Nadeln (NH_4Cl -Typus) schöne Würfel enthielten. Schließlich schieden sich ausschließlich Würfel ab. Die Würfel entsprechen dem NH_4J -Typus. Als spezifisches Gewicht ergab sich 2,487, 2,480, 2,475. Niedrigere Werte des spezifischen Gewichtes wurden nicht beobachtet. Auch Änderungen in der gegenseitigen Concentration der beiden Componenten brachten keine Veränderung im Grenzwert des spezifischen Gewichtes der abgeschiedenen Krystalle hervor, weder auf Seiten des NH_4Cl -Typus noch auf Seiten des NH_4J -Typus.

Aus den Mischungsversuchen folgt, daß sicher die beiden Salze NH_4Cl und NH_4J isomorphe Mischungen bilden; die Mischbarkeit ist aber nur sehr beschränkt und es besteht eine große Lücke. Die Deutung dieser Erscheinung ist meines Erachtens auch hier nur möglich durch Annahme von Isodimorphie für das Salzpaar NH_4Cl — NH_4J . Zur weiteren Begründung dieser Anschauung möchte ich auf frühere¹⁾ Beobachtungen verweisen und hier nur noch die ganz verschiedene Ausbildungsweise der beiden Salze NH_4Cl und NH_4J als Beweis anführen. NH_4Cl krystallisiert aus reinen wässerigen Lösungen in Skeletten, aus den oben erwähnten Lösungen entstehen lange Nadeln; die Spaltbarkeit ist nicht sehr gut. NH_4J dagegen krystallisiert in scharf ausgebildeten Würfeln mit sehr vollkommener Spaltbarkeit. Eine solche Verschiedenheit in Habitus und Ausbildung kann meines Erachtens nur die Folge wirklicher krystallographischer Verschiedenheit sein.

NH_4Cl und NH_4J besitzen also zwei kubische Modificationen.

¹⁾ Diese Zeitschr. 1903, 38, 427. Auf die Frage der »Lücken« bei isomorphen Substanzen (s. besonders Stortenbeker, Zeitschr. f. phys. Chemie 1903, 48, 629), die hier möglicherweise auch zur Beurteilung beitragen könnte, soll nicht eingegangen werden, da diese Frage erst noch der endgültigen Prüfung bedarf.

Die unter gewöhnlichen Bedingungen bestehenden Modificationen sind nicht direct isomorph. Es vermag jedoch jedes Salz die labile Form des andern, allerdings nur innerhalb sehr enger Grenzen, als isomorphe Beimischung aufzunehmen.

Jodammonium—Jodkalium

KJ , spec. Gew. 3,134 Goßner.

Beide Salze sind nach Ausbildung und Habitus ganz ähnlich; es sind gewöhnlich scharf ausgebildete Würfel.

Die gemischte Lösung der beiden Salze enthielt je 60 g der beiden Componenten. Die Werte der specifischen Gewichte der Mischkrystalle in der Reihenfolge der Abscheidungen sind 2,853, 2,834, 2,759, 2,744, 2,730. Zur Untersuchung der noch vorhandenen Lücken wurde die gesamte Krystallmenge nochmals zusammen mit überschüssigem NH_4J gelöst. Aus dieser Lösung erschienen Krystalle mit dem specifischen Gewicht 2,565. Die abgeschiedenen Krystalle wurden immer wieder in der Mutterlauge gelöst und nach und nach kleine Mengen KJ zugesetzt. Es wurden so Abscheidungen mit den specifischen Gewichten 2,583, 2,625, 2,674 und 2,695 erhalten. Bei vorherrschendem KJ wurden die Werte 2,945 und 2,975 erhalten.

Es ist zu bemerken, daß besonders bei diesem Salzpaare die Ermittlung des specifischen Gewichtes mit großer Genauigkeit erfolgen konnte und daß auch die Schwankungen bei einer einzelnen Abscheidung nur sehr gering waren. Die abgeschiedenen Krystalle stellen durchweg schöne reguläre Würfel dar. Bei vorherrschendem Gehalt an KJ waren Zwillinge nach {111} häufig. Gegen die Seite des Jodammoniums zu neigten die Würfelflächen mehr zu Rundung; bei vorherrschendem Gehalt an KJ sind die Würfel scharfkantig. Weitere krystallographische Unterschiede konnten bei den gesamten Abscheidungen nicht beobachtet werden. Man hat also vom reinen KJ durch die verschiedensten Mischungsstadien bis zum reinen NH_4J krystallographisch einen continuierlichen Übergang.

Wie das specifische Gewicht sich ändert, soll die folgende Übersicht über die beobachteten Werte zeigen.

3,134 (reines KJ)
2,975
2,945
2,853
2,834
2,759
2,744
2,730
2,695
2,674

2,625

2,583

2,504 (reines NH_4J).

Aus diesen Werten folgt, daß das Salzpaar NH_4J-KJ eine kontinuierliche Mischungsreihe ohne Lücke bildet. Es wurden alle möglichen Zahlen gefunden zwischen den Grenzwerten der reinen Endglieder.

Jodkalium und Jodammonium sind also in ihrer gewöhnlichen Form als direct isomorph zu betrachten.

Doppelsalze von Eisenchlorid mit NH_4Cl , KCl , $RbCl$ und $CsCl$.

Formel: $FeCl_5 \overset{I}{Me}_2 \cdot H_2O$.

Zur Untersuchung gelangten die vier Salze $FeCl_5(NH_4)_2 \cdot H_2O$, $FeCl_5K_2 \cdot H_2O$, $FeCl_5Rb_2 \cdot H_2O$ und $FeCl_5Cs_2 \cdot H_2O$. Diese Salze sind chemisch von Walden¹⁾ näher beschrieben. Ich stellte die sehr gut krystallisierenden Salze her durch Abkühlen der warmen Lösungen, die Eisenchlorid und eines der Alkalichloride in entsprechenden Mengen enthielten.

Zur Identifizierung wurden die Salze, soweit nötig, analysiert. Die Identifizierung der anderen Salze ergab dann die krystallographische Untersuchung. Zur Analyse gelangte das Cs- und das K-Salz. Der Gang der Analyse ist kurz folgender: Das Eisen wurde mit NH_3 gefällt und als Fe_2O_3 gewogen. Im Filtrate wurde mit NO_3H und NO_3Ag die Salzsäure als $AgCl$ gefällt und dieses im Porzellantiigel gewogen. Das Alkali wurde gesondert nach Entfernung des Eisens bestimmt und als Chlorid gewogen. Die folgende Zusammenstellung der Resultate enthält neben den berechneten Werten die für die einzelnen Bestandteile gefundenen Procentzahlen.

$FeCl_5K_2 \cdot H_2O$				$FeCl_5Cs_2 \cdot H_2O$			
	I.	II.	Ber.:		I.	II.	Ber.:
Fe	47,49 ⁰ / ₀	47,46 ⁰ / ₀	46,98 ⁰ / ₀	Fe	40,84 ⁰ / ₀	40,88 ⁰ / ₀	40,82 ⁰ / ₀
Cl	53,84	54,05	53,84	Cl	34,20	34,18	34,30
K	24,04	23,84	23,73	Cs	51,50	51,38	51,40

Ammoniumeisenchlorid $FeCl_5(NH_4)_2 \cdot H_2O$.

Spec. Gew. 2,000 Goßner, 1,99 Johnsen.

Dieses Salz wird durch langsames Abkühlen der Lösung leicht in sehr großen Krystallen erhalten. Die krystallographische Untersuchung erfolgte bereits durch Johnsen²⁾; seine Resultate seien im folgenden zum Vergleich angeführt.

Rhombisch. $a : b : c = 0,6847 : 4 : 0,7023$.

Beobachtete Formen: $a\{100\}$, $m\{110\}$, $q\{011\}$, $s\{102\}$.

Nachzutragen ist zu dieser Untersuchung nur noch, daß die Krystalle sehr vollkommen spalten nach $\{110\}$ und $\{011\}$, d. h. die Spaltbarkeit entspricht vollkommen einem Oktaëder, indem die Winkel dieser Combination ganz ähnlich sind denen des regulären Oktaëders.

1) Zeitschr. f. anorg. Chemie 1894, 7, 331.

2) Neues Jahrb. f. Min., Geol. usw. 1903, 2, 97.

Kaliumeisenchlorid $FeCl_3K_2 \cdot H_2O$.

Spec. Gew. 2,372.

Die Krystalle wurden erhalten durch langsames Abkühlen einer warmen Lösung von 1 Mol. Eisenchlorid + 1 Mol. Chlorkalium.

Rhombisch. $a : b : c = 0,6959 : 1 : 0,7171$.

Beobachtete Formen: $m\{110\}$, $a\{100\}$, $q\{011\}$, $s\{102\}$.

Krystalle von oktaëdrischer Ausbildung durch Vorherrschen von m und q ; a und s sind untergeordnet; s fehlt öfters.

	Berechnet:	Beobachtet:
$a : m = (100) : (110) =$	—	$34^\circ 50'$
$q : q = (011) : (0\bar{1}1) =$	—	$71^\circ 19'$
$q : m = (011) : (110) =$	$70^\circ 33'$	$70^\circ 20'$
$s : a = (102) : (100) =$	$62^\circ 44'$	$62^\circ 52'$

Spaltbarkeit vollkommen nach $\{110\}$ und $\{011\}$.

Von tiefroter Farbe. Ebene der optischen Axen ist (001) . Durch einen Schnitt senkrecht zur b -Axe beide Axen außerhalb des Gesichtsfeldes; ebenso senkrecht zur a -Axe. b' anscheinend erste Mittellinie. Doppelbrechung ziemlich stark.

Rubidumeisenchlorid $FeCl_3Rb_2 \cdot H_2O$.

Spec. Gew. 2,897.

Die Krystalle wurden erhalten durch langsames Abkühlen einer warmen Lösung von 80° bis $50^\circ C$. Dieses Salz ist jedenfalls identisch mit der Substanz, die Godeffroy¹⁾ unter der Formel $FeCl_3Rb_3$ beschrieben hat und für die er auch einige Messungen gibt. Vermutet wurde dies schon von Walden. Der Vergleich der Messungen ergibt die Identität mit großer Sicherheit.

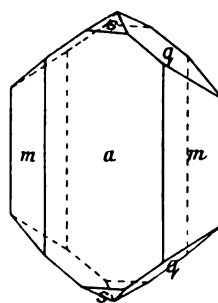
Rhombisch.

$a : b : c = 0,6976 : 1 : 0,7186$.

Beobachtete Formen: $a\{100\}$, $m\{110\}$, $q\{011\}$, $s\{102\}$, $o\{111\}$, $y\{122\}$.

Einfache Krystalle sind tafelig nach a ; von den Endflächen ist zum Teil s vorherrschend, zum Teil sind s und q gleich stark entwickelt. Manchmal ist q stark vorherrschend (Fig. 1) und an solchen Krystallen wurden hie und da y und o als schmale Flächen an den Kanten $q : a$ beobachtet. Auch Zwillinge nach $\{102\}$ wurden beobachtet. Die Individuen durchkreuzen sich und sind meist stark nach der b -Axe verlängert.

Fig. 1.



1) Archiv der Pharmazie 1876, 209, 343.

	Berechnet:	Beobachtet:
$a : m = (100) : (110) =$	—	$*34^{\circ}54'$
$q : q = (011) : (0\bar{1}1)$	$71^{\circ}24'$	$71\ 22$
$q : m = (011) : (110)$	$70\ 30$	$70\ 42$
$a : s = (100) : (102)$	—	$*62\ 45$
$s : m = (102) : (110)$	$67\ 54$	$67\ 57$
$s : q = (102) : (011)$	$43\ 47$	$43\ 36$
$a : x = (100) : (122)$	$67\ 18$	$67\ 19$
$a : o = (100) : (111)$	$50\ 5$	$49\ 56$

Spaltbarkeit vollkommen nach $\{110\}$ und $\{011\}$.

Von tiefroter Farbe; Ebene der optischen Axen ist (001) ; durch (100) beide Axen ganz außerhalb des Gesichtsfeldes.

Cäsiumeisenchlorid $FeCl_5Cs_2 \cdot H_2O$.

Spec. Gew. 3,317 ¹⁾.

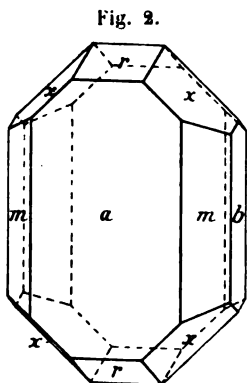
Krystalle aus einer gemischten Lösung von Eisenchlorid und Cäsiumchlorid durch langsames Abkühlen von 80° auf 50° .

Rhombisch.

$$a : b : c = 1,0724 : 1 : 0,4595.$$

Beobachtete Formen: $a\{100\}$, $m\{110\}$, $r\{101\}$, $x\{121\}$, $b\{010\}$.

Die Krystalle erscheinen gewöhnlich dicktafelig nach a ; b ist meist nur sehr untergeordnet. Fig. 2 gibt die gewöhnliche Ausbildungsweise der Krystalle.



	Berechnet:	Beobachtet:
$a : m = (100) : (110) =$	—	$*47^{\circ}0'$
$a : r = (100) : (101)$	—	$*66\ 48$
$a : x = (100) : (121)$	$72^{\circ}29'$	$72\ 26$
$r : x = (101) : (121)$	$40\ 11$	$40\ 12$
$m : x = (110) : (121)$	$47\ 23$	$47\ 15$

Ohne deutliche Spaltbarkeit.

Ebene der optischen Axen ist (001) ; a erste Mittellinie; Doppelbrechung ziemlich stark; negativ; $\rho < \nu$. $2E = 73^{\circ}45'$ (Na -Licht, geschätzt).

Isomorphe Beziehungen.

Ein Vergleich der vier oben untersuchten Salze zeigt, daß nur das NH_4 -, K - und Rb -Salz isomorph erscheinen. Das Cäsiumsalz verhält sich

¹⁾ Die spec. Gewichte sind immer nach der Schwebemethode mit der Mohr-Westphalschen Wage bestimmt.

ganz abweichend. Wir haben also in der Gruppe der NH_4 -, K -, Rb - und Cs -Salze neben dem schon früher erwähnten häufigen Mangel der directen Isomorphie zwischen dem entsprechenden NH_4 - und K -Salz jetzt noch den Fall, daß auch das Cs -Salz nicht direct isomorph mit den übrigen Gliedern der vorliegenden Reihe erscheint. Die eine Gruppe (NH_4 -, K -, Rb -Salz) ist charakterisiert durch eine sehr vollkommene oktaëdrische Spaltbarkeit, abgesehen von der Verschiedenheit der krystallographischen Constanten; im Gegensatze hierzu mangelt dem abweichenden Cs -Salz jede Spaltbarkeit.

Beim K - und NH_4 -Salz habe ich nun in mehreren Fällen durch Mischungsversuche Isodimorphie nachgewiesen. Ähnliche Versuche stellte ich auch mit der Reihe der Eisenchloriddoppelsalze an, und zwar wurde das NH_4 -Salz mit dem Cs -Salz zu mischen versucht, da das Ammonsalz im spec. Gewichte, welches auch hier wieder als Vergleichsmittel der Mischkrystalle verwendet wurde, am weitesten vom Cs -Salz entfernt steht und da außerdem hierbei das $CsCl$ leicht wieder zu gewinnen war. Zur Erläuterung der Versuche und ihrer Resultate dienen außer der folgenden Tabelle einige wenige Bemerkungen.

Die stark salzsaure Lösung enthielt 23 g $CsCl$, 20 g NH_4Cl und Eisenchlorid, das aus 44 g met. Eisen gewonnen war. Die Lösung wurde bei 80° gesättigt und dann im »schwedischen Topf« langsam auf 50° — 60° abgekühlt. Die abgeschiedenen Krystalle wurden dann herausgenommen. Die Lösung wurde immer wieder bei 80° eingeeengt und der Versuch wiederholt, bis dies das zu klein werdende Volumen der Lösung verhinderte. Zuerst erfolgten mehrere Abscheidungen von Krystallen vom Typus des Cs -Salzes. Die Krystalle erschienen meist etwas abweichend von der gewöhnlichen Form des Cs -Salzes, indem sie mehr langprismatisch ausgebildet waren. Dann folgte eine Abscheidung, welche neben prismatischen Krystallen vom Typus des Cs -Salzes die großen pyramidalen, viel dunkler gefärbten Krystalle vom Typus des NH_4 -Salzes enthielt. Weiterhin schied sich dann nur der letztere Typus ab. Folgende Tabelle gibt eine Übersicht über die einzelnen Abscheidungen, geordnet in der Reihenfolge, in der sie erfolgten, mit Angabe des spec. Gewichtes, das wieder nach der Schwebemethode mit Methylenjodid + Toluol ermittelt wurde, als vergleichbarer Eigenschaft. Zu den spec. Gewichten ist zu bemerken, daß die angeführten Werte immer die spec. Gewichte der schwersten Splitter darstellen und daß die Schwankungen bei manchen Abscheidungen ziemlich groß, im allgemeinen aber sehr gering waren.

	Typus Cs -Salz Spec. Gew.:	Typus NH_4 -Salz Spec. Gew.:
1. Absch.	3,254	—
2. -	3,204	—

	Typus Cs-Salz.	Typus NH_4 -Salz.
	Spec. Gew.:	Spec. Gew.:
3. Absch.	3,494	—
4. -	2,980	—
5. -	2,800	—
6. -	2,79—2,70 ca.	2,265
7. -	—	2,205
8. -	—	2,081
9. -	—	2,063
10. -	—	2,022

Aus den Versuchen folgt als Resultat ohne weiteres: Die eben untersuchte Salzreihe stellt eine isodimorphe Gruppe dar. Beide Modificationen krystallisieren im rhombischen System. In reinem Zustande ist die eine Modification nur beim NH_4 -, K - und Rb -Salz bekannt, die andere nur beim Cs -Salz. Die entsprechende Modification, die bei einem der Salze in reinem Zustande nicht bekannt ist, existiert in Mischungen mit dem entsprechenden andern Salz, für das dies die gewöhnliche Modification ist. Es ist dies direct nachgewiesen für das NH_4 - und Cs -Salz und ist für die andern wohl mit Sicherheit zu folgern.

Hieran anschließend seien noch allgemein einige Bemerkungen über die Isomorphieverhältnisse der Salze von NH_4 , K , Rb und Cs mit anorganischen Säuren angeführt. Wenn man die Salze überblickt, so findet man sehr häufig, daß die entsprechenden Salze einer und derselben Säure unter den gewöhnlichen Bedingungen verschieden krystallisieren. Bei den NH_4 - und K -Salzen wurde auf die Häufigkeit der Erscheinung bereits früher ¹⁾ hingewiesen. Daß sie aber auch bei den Salzen der andern Metalle auftritt, dafür seien hier einige Beispiele erbracht. So existiert die Lücke zwischen K -Salz einerseits und Rb - und Cs -Salz andererseits bei $(UO_2)(NO_3)_2.KNO_3$ (rhombisch) und $(UO_2)(NO_3)_2.RbNO_3$, bzw. $(UO_2)(NO_3)_2.CsNO_3$ (rhomboëdrisch) ²⁾. Daß das Cs -Salz allein abweichen kann, dafür haben wir in der vorliegenden Abhandlung ein Beispiel gefunden. Das Cs -Salz ist ferner verschieden in $CsPt.4NO_2$ (monoklin) einerseits und dem entsprechenden K - und Rb -Salz andererseits ³⁾. Wahrscheinlich gehören hierher auch die drei Salze $K_2.N_2O_4.J_2.Pt.2H_2O$ (tetragonal), $Rb_2.N_2O_4.J_2.Pt.2H_2O$ (monoklin) und $Cs_2.N_2O_4.J_2.Pt.2H_2O$ (triklin) ⁴⁾; ferner $(NH_4)_2Pt.4NO_2.2H_2O$ (rhombisch) und $Rb_2Pt.4NO_2.2H_2O$ (monoklin) ³⁾. Man sieht aus diesen Beispielen, daß der Mangel

1) Diese Zeitschr. 1904, **39**, 384.

2) Sachs, diese Zeitschr. 1904, **38**, 496, wo auch noch andere Beispiele angeführt sind.

3) Topsøe, diese Zeitschr. 1880, **4**, 469.

4) Groth, diese Zeitschr. 1880, **4**, 493.

der directen Isomorphie¹⁾, die man eigentlich hier erwarten sollte, bei den Salzen der genannten Metalle recht häufig ist. Zugleich sieht man, daß die Lücke an jeder Stelle der Reihe der nach dem Atomgewicht angeordneten Metalle auftreten kann. Es kann die Lücke auftreten zwischen NH_4 - und K -Salz; ebenso aber kann einerseits NH_4 und K , bez. NH_4 , K und Rb , andererseits Rb und Cs zusammengehören, bez. das letztere allein isoliert stehen.

Zur Lösung der Frage der Isomorphieverhältnisse können die Mischversuche herangezogen werden, die zum Teil schon früher, aufs neue in der vorliegenden Abhandlung beschrieben sind. Es hat sich gezeigt, daß an jeder Lücke, bei der Mischversuche angestellt wurden, die fehlende Krystallform immer in Mischkrystallen auftritt. Für die nicht untersuchten Lücken darf man diese Tatsache ganz berechtigt ebenfalls annehmen. Das Verhalten der Salze ist also durch Isodimorphie zu erklären.

Man kann hiernach für die Salze von NH_4 , K , Rb , Cs folgende Regel aufstellen: Die entsprechenden Salze von NH_4 , K , Rb , Cs bilden immer eine isomorphe Gruppe, zeigen jedoch auffallend häufig die Erscheinung der Isodimorphie. In reinem Zustande ist meist nur die eine Modification für ein Salz bekannt; in isomorphen Mischungen ist jedoch die fehlende zweite Modification immer nachzuweisen.

¹⁾ Bei einigen der angeführten Beispiele kann vielleicht Pseudosymmetrie zur Erklärung herangezogen werden, da einige auffallende Ähnlichkeit in Winkeln zeigen. Bei dem größeren Teile ist jedoch sicher vollkommene krystallographische Verschiedenheit vorhanden.

V. Krystallographische Untersuchung organischer Halogenverbindungen.

Ein Beitrag zur Kenntniss der Isomorphie von Cl, Br und J.

Von

B. Goßner in München.

Chlor, Brom und Jod werden infolge ihrer chemischen Analogie in ihren Verbindungen als isomorph betrachtet. Es geschieht dies wohl mit Recht, wenn auch die Betrachtung des beobachteten Tatsachenmaterials ergibt, daß diese Isomorphie häufig nicht direct zutage tritt. Aus der Zahl der anorganischen Verbindungen erläutern die Isomorphieverhältnisse folgende Reihen. Die Reihe: Cu_2Cl_2 , Cu_2Br_2 , Cu_2J_2 stellt einen der seltenen Fälle dar, in denen directe Isomorphie von Cl, Br und J beobachtet ist. Dagegen sind zwar $PbCl_2$ und $PbBr_2$ isomorph (rhombisch), abweichend davon verhält sich jedoch das Jodid (hexagonal); ebenso sind SnJ_4 (kubisch) und $SnBr_4$ (rhombisch oder monoklin) nicht direct isomorph. $AgCl$, $AgBr$ (kubisch), AgJ (hexagonal) und $TlCl$, $TlBr$ (kubisch), TlJ (rhombisch ?) zeigen eine ähnliche Erscheinung; doch ist hier bei den Jodiden noch eine zweite kubische Form bekannt. NH_4Cl und NH_4J sind wohl nicht direct isomorph, mischen sich dagegen innerhalb bestimmter Grenzen. Bei den Sauerstoffsalzen liegen die Verhältnisse ganz ähnlich: $(ClO_3)_2Ba.H_2O$, $(BrO_3)_2Ba.H_2O$ und $(JO_3)_2Ba.H_2O$ sind krystallographisch ganz analog; also jedenfalls isomorph. Dagegen weicht JO_3Ag (rhombisch) von ClO_3Ag und BrO_3Ag (tetragonal) ab. ClO_3K , BrO_3K , JO_3K sind alle drei verschieden. ClO_3Na und BrO_3Na krystallisieren kubisch, JO_3Na dagegen rhombisch.

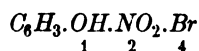
Man sieht, das Verhalten von Cl, Br, J ist ganz analog der Erscheinung, die wir früher bei den Salzen von NH_4 , K, Rb, Cs beobachteten¹⁾. Wir haben bei diesen Salzen oft scheinbares Fehlen von Isomorphie; doch lassen sich die fehlenden Formen immer nachweisen, sei es in Mischungen, sei es durch directe Beobachtung unter veränderten Bedingungen. Auf

¹⁾ S. die vorhergehende Abhandlung.

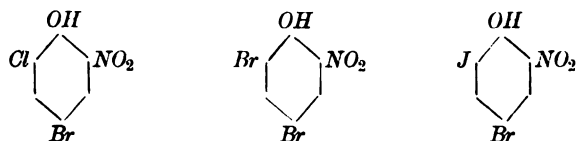
dieselbe Weise ist jedenfalls auch das Verhalten von Chlor, Brom und Jod zu erklären, wenn auch das Beobachtungsmaterial in Form von Mischungsversuchen, die die Annahme von Dimorphie stützen würden, hier bis jetzt geringer ist. Der Grund dafür ist leicht einzusehen und liegt darin, daß Mischversuche infolge der Schwerlöslichkeit nicht leicht anzustellen sind und daß außerdem die Untersuchung der Dichte, als Mittel zum Nachweis der Mischbarkeit, nur schwer mit der nötigen Genauigkeit durchzuführen ist, weil die Schwebemethode versagt.

Aus der organischen Chemie sind nur wenige, vollständig untersuchte Reihen zur Beleuchtung der Isomorphieverhältnisse von Chlor, Brom und Jod bekannt. Eine dieser wenigen Reihen, in der alle drei Glieder vollständig krystallographisch untersucht sind, stellt die Gruppe p-Chlor-, p-Brom- und p-Jodacetanilid ¹⁾ dar. Hierbei erscheint die Brom- und Jodverbindung als isomorph, während die Chlorverbindung abweicht. Daß hier das Verhalten durch Dimorphie zu erklären ist, ist höchst wahrscheinlich gemacht dadurch, daß bei den drei Körpern labile Modificationen beobachtet wurden.

Dagegen ist bis jetzt keine Reihe bekannt, in der alle drei Glieder, gebildet von drei analogen halogensubstituierten organischen Körpern, direct isomorph erscheinen. Es bestand Aussicht, diese Lücke auszufüllen und eine vollständige isomorphe Reihe zu finden in den drei Substitutionsproducten, die aus Bromnitrophenol von der Constitution



durch den weiteren Eintritt eines Chlor- bzw. Brom- oder Jodatoms an derselben Stelle entstehen. Es sind dies die Körper von der Constitution:



Chlorbromnitrophenol Bibromnitrophenol Jodbromnitrophenol.

Auf Veranlassung von Herrn Prof. P. v. Groth habe ich die krystallographische Untersuchung der drei Körper unternommen. Die Untersuchungen sind zum Teil ganz neu, zum Teil sollen sie ältere Beobachtungen durch neue, genauere ersetzen. In der Tat hat es sich ergeben, daß die drei Körper eine vollständige isomorphe Reihe bilden, die erste vollständig untersuchte Reihe in der organischen Chemie, in der Chlor, Brom und Jod als direct isomorph erscheinen. Die Körper gestatteten nicht nur ziemlich gute Messungen, sondern — wegen der Verwendbarkeit der Schwebemethode — auch eine genaue Ermittlung der Dichte. Wir haben hier

1) Betreffs Literatur s. diese Zeitschr. 1903, 38, 456 und 37, 469.

zum ersten Male bei allen drei Halogeniden jene Größen mit genügender Genauigkeit, die die topischen Axenverhältnisse zu berechnen gestatten.

Bibromnitrophenol wurde von Arzruni¹⁾ gemessen. Aus Mangel an hinreichendem Material wurde eine neue krystallographische Untersuchung nicht unternommen. Zum Vergleiche sind die Messungen Arzrunis angeführt.

Jodbromnitrophenol wurde von Groth²⁾ gemessen. Das untersuchte Material ließ eine neue Krystallisation als wünschenswert erscheinen und in der Tat wurden bessere Krystalle erhalten, die eine genaue Bestimmung der Dichte gestatteten und auch neu gemessen wurden.

Zur Untersuchung von Chlorbromnitrophenol lieferte Herr Prof. Willstätter auf Ansuchen von Herrn Prof. P. v. Groth gütigst das Material. Für die Überlassung dieses Körpers, dessen Darstellung sich ziemlich langwierig gestaltete, sei Herrn Prof. Willstätter bestens gedankt.

Die drei Körper besitzen ein sehr gutes Krystallisationsvermögen. Es war dadurch der Gedanke nahe gelegt, aus möglichst guten Beobachtungen sehr genau die vergleichbaren Größen (topischen Axen) ermitteln zu können, um in ihnen vielleicht eine einfache rechnerische Beziehung zu finden. Es zeigte sich bald, daß die hierfür nötige Genauigkeit der krystallographischen Messungen nicht zu erreichen war. Chlorbromnitrophenol insbesondere zeigte zwar sehr gute Messungswerte, insofern als die entsprechenden Messungen bei einem und demselben Krystalle sehr gut übereinstimmten, auch mit den berechneten Werten. Aber bei verschiedenen Krystallen zeigten dieselben Winkel ziemlich bedeutende Schwankungen, trotzdem die Reflexe gut waren und dieselbe Genauigkeit erlaubten. Nach der Ursache dieser Erscheinung wurde nicht näher geforscht. Sie erklärt sich vielleicht im Lichte der Untersuchungen von Miers³⁾ über die Variation der Krystallwinkel. Hierdurch wäre auch der Weg gewiesen, die Ursache zu beseitigen. Zahlreiche, sorgfältige Krystallisationsversuche würden wohl genauere Resultate liefern. Aus Mangel an Zeit mußte davon abgesehen werden. Trotzdem sind die Werte in der vergleichenden Tabelle ziemlich genau und entsprechen sicher dem üblichen Genauigkeitsgrade bei derartigen Untersuchungen.

Es sind noch einige Bemerkungen anzuführen bezüglich der Bestimmung des specifischen Gewichtes, für das bei Berechnung der topischen Axen eine ziemliche Genauigkeit erforderlich ist. Im vorliegenden Falle beträgt der Fehler wenige Einheiten der dritten Decimale. Die Bestimmung geschah nach der Schwebemethode mit der Westphalschen Wage, die sich bei

1) Diese Zeitschr. 1877, 1, 436.

2) Ebenda 437.

3) Diese Zeitschr. 1904, 39, 220.

der Controlle ohne merklichen Fehler erwies. Als Schwebeflüssigkeit wurde Thouletsche Lösung verwendet. Die Schwebeflüssigkeit wurde in einem Reagensglase gemischt, unter gleichzeitiger Verwendung mehrerer Krystallsplitter. Sie schwebten immer fast alle gleichzeitig, was auf eine große Reinheit der vollkommen klaren Splitter hindeutete. Die möglichst rasche Wägung der Flüssigkeit mit dem Senkkörper geschah in einem Glase von der halben Höhe eines gewöhnlichen Reagensglases. Eine Hauptfehlerquelle bei diesem Verfahren ist, daß die Temperatur der Flüssigkeit während des Schwebens und während des Wägens nicht dieselbe ist. Verursacht wird der Fehler dadurch, daß man mit der Hand zu viel Körperwärme zuführt, die beim Stehen wieder weggeht. Das Resultat ist, daß der Wert zu hoch gefunden wird. Bei Methylenjodid kann schon nach zwei Minuten der Senkkörper soweit steigen, daß man ein Gewicht entsprechend 0,003 auflegen muß. Der Fehler läßt sich jedoch leicht verringern, wenn man die Körperwärme möglichst fern hält und rasch operiert, was ja die Westphalsche Wage besser erlaubt als die Anwendung eines Pyknometers. In unserem speciellen Falle ist nun der Fehler besonders gering, da Thouletsche Lösung einen geringen Ausdehnungscoefficienten besitzt.

Die Resultate der Dichtebestimmung der drei Körper sind folgende. Es wurden jedes Mal drei Bestimmungen ausgeführt. Die Temperatur war etwa 20°.

Chlorbromnitrophenol:	Bibromnitrophenol:	Jodbromnitrophenol:
2,112	2,437	2,646
2,111	2,432	2,643
2,110	2,433	2,646
Mittel: 2,111	2,434	2,645

Es folgt nun die krystallographische Untersuchung der drei Körper.

Chlorbromnitrophenol $C_6H_2.OH.NO_2.Br.Cl.$

Schmelzpunkt 112° C. Willstätter.

Spec. Gew. 2,111.

Schöne, durchsichtige Krystalle wurden aus einer Lösung von 96 % - igem Alkohol erhalten. Die Lösung wurde bei 60° gesättigt und innerhalb einiger Tage langsam auf 30° abgekühlt.

Monoklin.

$$a : b : c = 1,0470 : 1 : 0,5994; \quad \beta = 114^\circ 38'.$$

Beobachtete Formen: $m\{110\}$, $q\{011\}$, $c\{001\}$, $a\{100\}$.

Die wohlausgebildeten, ziemlich großen Krystalle sind Prismen, etwas nach der c -Axe verlängert. Vorherrschend sind m und q ; häufig tritt dazu noch als sehr schmale Abstumpfung der Kante $[011 : 0\bar{1}1]$ die Basis c ; a ist selten und immer nur ganz schmal.

	Berechnet:	Beob. Mittel:	Zahl d. Mess.:	Grenzen:
$m : m = (110) : (\bar{1}\bar{1}0) =$	—	*87° 40'	10	86° 45' — 87° 24'
$q : q = (011) : (0\bar{1}\bar{1})$	—	*57 40	8	57 0 — 57 28
$q : m = (011) : (110)$	—	*53 30	16	53 19 — 53 49
$c : m = (001) : (110)$	72° 25½'	72 17	2	—
$q : m = (011) : (\bar{1}\bar{1}0)$	93 42½	93 40	6	93 25 — 94 2
$c : a = (001) : (100)$	65 22	—	—	—
$c : r = (001) : (101)$	22 37	—	—	—

Vollkommene Spaltbarkeit nach (001) und (100).

Von schwefelgelber Farbe. Ebene der optischen Axen \perp (010). Die erste Mittellinie liegt in der Symmetrieebene und ist so ziemlich senkrecht zur c -Axe. Doppelbrechung sehr stark und negativ. Dispersion der Axen ebenfalls stark; $\rho > v$. $2E = 63^\circ$ (geschätzt für Na-Licht).

Bibromnitrophenol $C_6H_2.OH.NO_2.Br.Br.$

Schmelzpunkt 117,5° C. Spec. Gew. 2,434.

Im folgenden sind die Angaben von Arzruni angeführt; es ist dabei nur eine etwas andere Grundform gewählt, die nach der Ausbildung als die wahrscheinlichere erscheint.

Monoklin.

$$a : b : c = 1,0302 : 1 : 0,5942; \beta = 114^\circ 37'.$$

Beobachtete Formen: $m\{110\}$, $n\{210\}$, $q\{011\}$, $c\{001\}$, $\omega\{11\bar{1}\}$, $\xi\{21\bar{1}\}$.

Die Krystalle sind kurzprismatisch nach der c -Axe. Vorherrschend entwickelt sind nur m und q , weniger c , während n selten als schmale Zuschärfung der vorderen Prismenkante auftritt. ω und ξ sind ganz selten.

	Berechnet:	Beob. Arzruni:
$m : m = (110) : (\bar{1}\bar{1}0) =$	—	*86° 45'
$n : n = (210) : (2\bar{1}0)$	50° 41'	49 37
$c : q = (001) : (011)$	—	*28 45½
$c : m = (001) : (110)$	—	*72 18
$c : \omega = (001) : (\bar{1}\bar{1}\bar{1})$	70 27	70 29
$c : \xi = (001) : (211)$	66 4½	66 0
$m : \omega = (110) : (11\bar{1})$	37 15	37 31

Spaltbarkeit vollkommen (Goßner) nach (100) und (001).

Von schwefelgelber Farbe. Ebene der optischen Axen senkrecht zur Symmetrieebene. Erste Mittellinie in der Symmetrieebene und fast genau normal zu (100). $2E = 70^\circ$ — 73° für verschiedene Farben; $\rho > v$.

Jodbromnitrophenol $C_6H_2.OH.NO_2.Br.J.$

Schmelzpunkt 104,2° C. Spec. Gew. 2,645.

Die von Groth untersuchten Krystalle waren trüb und undurchsichtig. Durch erneutes Krystallisieren des Materials aus etwas wasserhaltigem

Alkohol ließen sich klare, durchsichtige Krystalle erhalten. Die Krystallisation erfolgte durch langsames Abkühlen der warmen Lösung von 60° bis 30° ca.

Monoklin.

$$a : b : c = 1,0400 : 1 : 0,5802; \beta = 114^{\circ} 14'.$$

Beobachtete Formen: $c\{001\}$, $m\{110\}$, $n\{210\}$, $q\{011\}$, $b\{010\}$.

Groth beschrieb nach c dicktafelige Krystalle. Meine Krystalle zeigten ganz ähnlichen Habitus, erschienen jedoch mehr dünntafelig. Außer c war m und q vorherrschend; b trat nur als äußerst schmale Abstumpfung der seitlichen Prismenkanten auf oder fehlte oft ganz. Die Reflexe von q und m waren sehr gut; dagegen waren c und insbesondere die Flächen des Prismas n immer stark geknickt.

	Berechnet:	Beob. Goßner:	Groth:
$m : m = (110) : (1\bar{1}0) =$	—	*86°58'	86°50'
$n : n = (210) : (2\bar{1}0)$	50°44'	50 30	50 34
$q : q = (011) : (0\bar{1}1)$	—	*55 46	55 26
$c : n = (001) : (210)$	68 44	68 44	—
$c : m = (001) : (110)$	72 40	72 29	—
$q : m = (011) : (110)$	—	*54 42	—
$q : m = (0\bar{1}1) : (110)$	93 24	93 20	—
$q : n = (0\bar{1}1) : (210)$	82 44	82 46	82 35

Spaltbarkeit vollkommen nach (001) und (100).

Von gelber Farbe. Ebene der optischen Axen \perp (010); die erste Mittellinie liegt in der Symmetrieebene und ist annähernd senkrecht zur c -Axe. Doppelbr. und Dispersion stark; $q > v$. $2E = 72^{\circ} 30'$ (geschätzt).

Man sieht, die drei analogen Körper sind vollkommen isomorph. Bei ganz ähnlichen krystallographischen Constanten besitzen sie dieselben Flächen der Spaltbarkeit und sind auch ganz analog in ihren optischen Eigenschaften. Der Habitus zeigt, soweit dies aus den untersuchten Krystallisationen zu schließen ist, einen allmählichen Übergang von Glied zu Glied. Die Chlor- und Bromverbindung sind kurzprismatisch nach der c -Axe; während bei der Chlorverbindung die Basis nur selten und ganz schmal auftritt, tritt sie bei der Bromverbindung schon stärker hervor, um schließlich bei der Jodverbindung die herrschende Form zu bilden, so daß die Krystalle schließlich tafelig erscheinen.

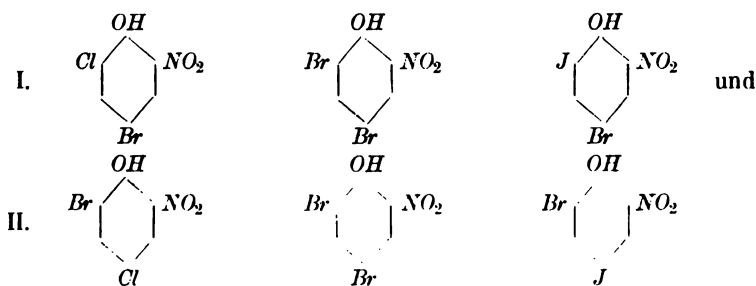
Zur weiteren Vergleichung ist folgende Tabelle angeführt. Sie enthält die topischen Axen, die bei wirklich isomorphen Substanzen, d. h. bei solchen, bei denen wir wirklich ganz analogen Aufbau anzunehmen haben, eine zahlenmäßige Beobachtung der Änderung von Glied zu Glied gestatten. Nach den Spaltungsverhältnissen ist als Grundparallelepiped dasjenige Parallelepiped zu wählen, das von drei Flächenpaaren begrenzt ist, die den

drei Pinakoiden {004}, {100}, {040} parallel sind. Die drei Kanten dieses Parallelepipedes sind χ , ψ und ω .

	Schmelzpunkt	Mol.-Gew. 1)	Spec. Gew.	Mol.-Vol.	$a : b : c$	χ	ψ	ω
Chlorbrom-nitrophenol	442,0	250,57	2,444	118,7	$1,0470 : 4 : 0,5994$ $\beta = 114^{\circ} 38'$	6,2043	5,9257	3,5549
Bibrom-nitrophenol	447,5	294,75	2,434	121,1	$1,0302 : 4 : 0,5912$ $\beta = 114^{\circ} 37'$	6,2069	6,0249	3,5619
Jodbrom-nitrophenol	404,2	341,29	2,645	129,03	$1,0400 : 4 : 0,5802$ $\beta = 114^{\circ} 14'$	6,4133	6,1667	3,5779

Einer besonderen Erläuterung bedarf diese Tabelle nicht. Es ist nur zu erwähnen, daß die Änderung der topischen Axen in der Reihenfolge der drei Halogenide im periodischen Systeme erfolgt. Die Differenzen für die ψ -Werte und ebenso für die ω -Werte sind von Glied zu Glied annähernd gleich; bei den χ -Werten ist die Differenz etwas mehr schwankend. Im allgemeinen ändert sich der ω -Wert in der Reihe sehr wenig; stärker ist die Änderung bei ψ und anscheinend auch bei χ . Doch ist schon erwähnt, daß für einen quantitativen Vergleich die Messungen nicht immer genau genug waren.

Ein Punkt in der Tabelle bleibt noch dunkel. Es ist dies die eigentümliche gegenseitige Lage der Schmelzpunkte²⁾. Wir haben ohne Zweifel eine isomorphe Reihe und doch steigt der Schmelzpunkt nicht regelmäßig mit dem Atomgewichte des Substituenten. Einen Versuch zur Erklärung dieser Erscheinung bildete folgende Überlegung. Ausgehend vom Bibrom-nitrophenol erhält man bei der Substitution eines Bromatoms durch Chlor oder Jod je zwei verschiedene Körper, je nachdem man das eine oder andere Bromatom substituiert. Man erhält so die Reihen

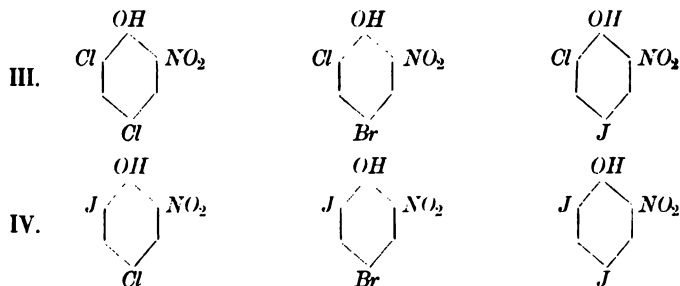


Reihe I. wurden eben untersucht.

1) Das Molekulargewicht ist nach der internationalen Atomgewichtstabelle für 1904 berechnet und auf $H = 1$ bezogen.

2) Daß tatsächlich die oben angeführten Schmelzpunkte, sicher wenigstens nach ihrer gegenseitigen Lage, die richtigen sind, wurde bei allen drei Körpern nach nochmaligem Umkrystallisieren kontrolliert.

Beide Reihen sind jedenfalls unter sich wieder isomorph. Chemisch sind jedoch die entsprechenden Glieder verschieden, mit Ausnahme des Bibromderivates, haben also auch verschiedene physikalische Eigenschaften, insbesondere verschiedene Schmelzpunkte. Die Möglichkeit war nun nicht ausgeschlossen, daß die untersuchten Körper nicht derselben Reihe angehörten, obwohl nach der Herkunft des Materials kaum Zweifel über die Constitution bestanden. Weiterhin erscheint nun die Erklärung durch diese Annahme direct unwahrscheinlich; dieselbe ist nur dann möglich, wenn in der einen Reihe die Schmelzpunkte steigen, in der andern fallen. Das letztere ist aber höchst unwahrscheinlich, da bei organischen Halogenverbindungen im allgemeinen der Schmelzpunkt mit dem Atomgewichte des Halogens, wenigstens von Chlor zu Brom oder von Brom zu Jod im Falle von Isomorphie steigt. Man muß daher einfach die Tatsache bestehen lassen, daß bei dieser isomorphen Reihe der Schmelzpunkt sich nicht regelmäßig in der Richtung des veränderlichen Substituenten ändert, daß also der Schmelzpunkt nicht regelmäßig steigt oder fällt mit dem Atomgewichte des Halogens. Eine Erklärung hierfür zu geben scheint mir zurzeit nicht möglich. Auf analoge Fälle kann auch nicht verwiesen werden, da die vorliegende Reihe bis jetzt die einzige krystallographisch vollständig untersuchte ist, bei der alle drei Glieder direct isomorph erscheinen. Bei den wenigen, sonst untersuchten vollständigen Reihen (p-Cl-, p-Br-, p-J-Acet-anilid) gestattet der Mangel an directer Isomorphie keine sicheren Schlüsse. Aufklärung ist zu erwarten aus der Untersuchung der erwähnten Reihe II. und dann der weiteren analogen damit isomorphen Reihen III. und IV.



Je zwei von den vier Reihen enthalten immer ein identisches Glied.

Die weitere krystallographische Untersuchung dieser Reihen im hiesigen mineralogischen Institute ist beabsichtigt, soweit dies in Rücksicht auf die chemische Herstellung ermöglicht ist.

Das Resultat der vorliegenden Abhandlung ist kurz folgendes: Es wurde für die drei Halogene Chlor, Brom und Jod zum ersten Male directe Isomorphie in organischen Verbindungen nachgewiesen dadurch, daß in den drei untersuchten Körpern die erste vollständige isomorphe Reihe gemessen wurde.

VI. Auszüge.

1. U. Panichi (in Florenz): **Einfluß der Temperaturänderung und insbesondere starker Abkühlung auf das optische Verhalten einiger Mineralien** (Memorie d. Cl. d. Sc. fis. mat. e nat. d. R. Acc. dei Lincei 1902, (5*), 4, 389—430).

Bis jetzt wurden nur die Veränderungen untersucht, welche die optischen Eigenschaften der Mineralien durch das Erwärmen zeigen. Verf. hat in vorliegender Abhandlung die Einwirkung der Kälte studiert.

In den ersten Versuchen wandte er eine Mischung von fester Kohlensäure und Äther (-79°C.) an, später wurde diese durch flüssige Luft ersetzt. Die Temperaturen wurden mit einem Thermoëlement bestimmt. Der Polarisationsapparat befand sich in einem Kasten: rund um das Mineralblättchen war ein Muff, in welchem die flüssige Luft verdampfte. Durch einen außen befindlichen Griff konnte man den Muff drehen; man konnte ferner durch eine besondere Einrichtung (welche im wesentlichen nicht von dem Axenwinkelapparate, wie er gewöhnlich mit den Nörremberg'schen Apparaten oder mit den Mikroskopen verwendet wird, verschieden ist) den Winkel der optischen Axen bestimmen.

Die untersuchten Mineralien sind: Heulandit von Elba, Analcim von Montecchio Maggiore, Cerussit, Leadhillit von Malacalza (Sardinien), Gyps, Anhydrit von Berchtesgaden, Datolith von Serra dei Zanchetti, Brucit aus Texas, Cölestin aus Sicilien, Brookit, Adular vom St. Gotthard und Sandidin aus der Eifel.

Heulandit von Elba. Die Krystalle sind sehr flächenarm, sie zeigen nur, nach ihrer Größe geordnet, $\{010\}$, $\{101\}$, $\{\bar{1}01\}$, $\{001\}$, $\{110\}$, $\{100\}$, (Aufstellung von Des Cloizeaux). Keine Fläche ist eben, alle zeigen Einbiegungen oder Vorsprünge, so daß Kanten sich bilden, welche jede Fläche in zwei oder vier Stücke teilen.

Die Flächen von $\{010\}$ sind immer etwas concav: sie zeigen eine Zwillingsnaht, welche die beiden Kanten $[010:001]$ durchschneidet und meistens in der Richtung $[010:110]$ verläuft. Oft sieht man eine andere Linie auf $\{010\}$, welche nahe $\{110\}$ beginnt, sie ist anfangs senkrecht zu $[010:101]$, erfährt dann eine Biegung und endet auf der entgegengesetzten Kante in der Nähe der anderen Fläche von $\{110\}$: sie ist eine wahre Zwillingsnaht. Ferner gibt es noch andere Streifensysteme; zu einem gehören Linien, welche 9° — 11° gegen $[010:001]$ geneigt sind, zu einem anderen solche, welche 10° — 23° mit denselben Kanten bilden. Die Flächen, welche der Axe b parallel sind, zeigen immer eine Zwillingsnaht, entsprechend der Trace der Symmetrieebene, welche

jede Fläche in zwei Hälften teilt: die zwei so gebildeten Flächen bilden mit einander einen sehr kleinen, bald concaven, bald convexen Winkel.

Die untersuchten Krystalle geben immer am Goniometer vielfache und verwaschene Bilder. Verf. untersuchte eingehend die Disposition der Bilder auf den verschiedenen Flächen; jene, welche zu $\{010\}$ senkrecht sind, liefern immer einen doppelten Reflex: die zwei Bilder bilden einen Winkel bis zu 8° .

Aus seinen Beobachtungen glaubt Verf. schließen zu können, daß in den Krystallen des Elbaner Heulandit eine gekreuzte polysynthetische Verzwillingung mit transversaler Drehungsaxe anzunehmen ist. Verf. hat auch die Änderung einiger Winkel durch das Erwärmen bis zu 450° untersucht. An einem Krystalle war die Fläche (101) convex, die entgegengesetzte concav, und die Erfahrung hat bewiesen, daß die erstere so deformiert wurde, daß ihre zwei Reflexe weiter getrennt wurden; das Gegenteil geschah an der anderen Fläche, was mit der Annahme einer gekreuzten Verzwillingung übereinstimmt.

Das optische Verhalten des Elbaner Heulandits ist das gewöhnliche, wohl-bekannte der anderen Fundorte. Verf. beschreibt sehr eingehend die verschiedenen beobachteten Erscheinungen. Von besonderem Interesse ist, daß der Winkel, welcher die Trace der Axenebene in den Spaltungsblättchen mit der Kante $[010 : 001]$ bildet, nur die Werte 0° , 44° , 22° , 34° besitzt, d. h. die Axenebenen bilden unter einander Winkel von 44° ca., und die drei ersteren Winkel sind genau jene, welche die auf $\{010\}$ beobachteten Streifungen mit der Kante $[010 : 001]$ bilden. Es ist noch zu bemerken, daß die Sektoren, welche mit $\{101\}$ in Beziehung stehen, $2E = 67^\circ$ (weißes Licht) ergeben, während man an den anderen Sektoren $2E = 78^\circ$ beobachtet. Die Dünnschliffe, welche mit einer natürlichen Fläche von $\{010\}$ hergestellt werden, liefern gewöhnlich für $2E = 78^\circ$, manchmal auch 89° ca. Die drei gefundenen Werte 67° , 78° , 89° zeigen ebenfalls Unterschiede von 44° .

Aus den Beobachtungen bei niedrigen Temperaturen gehen folgende Tatsachen hervor. Es entsteht eine Drehung der optischen Axenebene, welche zur Kante $[010 : 001]$ fast genau parallel wird; der Winkel der optischen Axe wird kleiner und kann auch Null erreichen. Nach dem Verf. ist es wahrscheinlich, daß eine Relation zwischen der Veränderung der Winkel der Trace der Axenebene und jener von $2E$ besteht; beide Veränderungen sind an den studierten Krystallen fast vollkommen gleich.

Durch die Erhitzung auf 450° wird der Winkel $2E$ des Elbaner Heulandit bis zu 0° verkleinert, und es entsteht auch eine Drehung der Axenebene, aber im entgegengesetzten Sinne als in der Erkaltung. Später öffnet sich von neuem der optische Axenwinkel, aber in einer Ebene, welche zur früheren senkrecht ist.

Weder durch Erhitzen, noch durch Erkalten erhält man eine permanente Veränderung; die untersuchten Platten erlangen ihre ursprünglichen Eigenschaften wieder, die erkalteten früher als die erhitzten.

Die einzige permanente Veränderung der erkalteten Lamellen liegt in der Bildung von zahlreichen Rissen und in einer größeren Brechbarkeit. Verf. suchte auch das Verhalten des Wassers des Heulandits während des Erhitzens festzustellen. Ein Teil desselben kann verdampfen, weil das Mineral sich in einer sehr trockenen Atmosphäre befindet. Es ist auch möglich, daß das Wasser, wenn es die Zwischenräume des Raumgitters wie die eines Schwammes erfüllt (was G. Friedel für sicher hält), bei den sehr niedrigen erreichten Temperaturen im krystallinen Gebäude selbst krystallisiert. Diese Erscheinung müßte eine Tension verursachen, was mit der beobachteten Bildung von Rissen in Überein-

stimmung steht. Die Risse können jedoch auch durch die Temperaturniedrigung bedingt worden sein, und daher bleibt die Frage unentschieden.

Versuche, am Heulandit von Beruffjord angestellt, zeigten, daß auch hier der optische Axenwinkel sich bei dem Erkalten verkleinert und Null erreicht.

Analim. Verf. untersuchte drei Dünnschliffe: einen nach {211}, die anderen nach (001).

Der erste gab keine deutliche Teilung in Sektoren, während des Abkühlens aber erschien ein großes schwarzes Kreuz. Bei der Wiederkehr zur gewöhnlichen Temperatur verschwand das Kreuz, die Blättchen blieben aber sehr zerbrechlich. Einer der zu (001) parallelen Dünnschliffe zeigte bei der Abkühlung einige schwarze Linien, welche wie jene des vorher beschriebenen Kreuzes zu den Würfelkanten parallel sind; die Doppelbrechung nimmt ab. Das dritte Blättchen war etwas verschieden; es zeigte ursprünglich eine deutliche Teilung in vier Sektoren, deren Trennungslinien fast genau wie die Diagonalen der Fläche {001} gerichtet waren. Während der Abkühlung erschienen an jeder Trennungslinie dunkle Zonen, welche beim Wiederkehren in den früheren Zustand verschwanden.

Verf. glaubt, daß die erwähnten Erscheinungen durch die Krystallisation des Wassers im Innern der Krystallstruktur zu erklären sind.

Cerussit. Ein Blättchen nach (001) lieferte bei 140° $2E = 18\frac{1}{2}^\circ$ ($\rho > \nu$) für weißes Licht; bei -119° wird es einaxig, weiterhin öffnet sich die Axenebene in einer zu der früheren senkrechten Richtung, und bei -190° ist $2E = 11\frac{1}{2}^\circ$. Während der Temperaturzunahme beobachtet man dieselben Erscheinungen, bei -119° wird das Blättchen von neuem einaxig.

Leadhillit. Ein erhitztes Blättchen wird bei $129\frac{1}{2}^\circ$ einaxig, durch fortgesetztes Erhitzen tritt keine weitere Veränderung ein. Die erkaltete Lamelle hatte $2E = 20\frac{1}{2}^\circ$ und wurde 9 Minuten lang abgekühlt; nach 4 Minuten war $2E = 28\frac{1}{4}^\circ$ ($t = -112^\circ$), während der anderen fünf Minuten blieb $2E$ unverändert. Dieses Verhalten ist nach Verf. durch die kleine Menge Wasser, welches der Leadhillit enthält, zu erklären.

Gyps. Verf. untersuchte zwei Dünnschliffe: der eine war (100), der andere (101) parallel. In dem ersteren bildete eine Axe (und zwar jene, welche sich bei Temperaturveränderung mit größerer Geschwindigkeit bewegt) mit der Normale einen scheinbaren Winkel von 13° ; in der Platte nach (101) ist der Winkel derselben Axe mit der Normale $21^\circ 30'$. Während der Abkühlung sind folgende Erscheinungen zu beobachten. Erster Dünnschliff: Der Winkel, welchen die Axe mit der Normale zur Fläche bildet, nimmt ab, bis er bei $-116^\circ 0'$ wird, in der Folge nimmt er nach der anderen Seite der Normale zu; bei $-166,4^\circ$ ist er $12^\circ 45'$, bei -190° $16^\circ 40'$. Diese Veränderungen erfolgen in 7 Minuten. In derselben Zeit wird der Winkel der Axe gegen die Normale in der zweiten Platte $40^\circ 20'$ ($t = -163^\circ \text{C.}$). Daher ist, während die schnellere Axe sich um $16^\circ 48'$ dreht, die Drehung für die andere $11^\circ 9'$.

Die Drehung der Hauptmittellinie ist kleiner als jene, welche man vermuten könnte. Nach Des Cloiseaux entspricht einer Erwärmung von $+20^\circ$ bis $+95^\circ \text{C.}$ eine Drehung von $5^\circ 38'$; einer Abkühlung von $+20^\circ$ bis -167° entspricht dagegen nur eine solche von $2^\circ 49\frac{1}{2}'$. $2V$ wird bei -167° gleich $85^\circ 39'$, wenn man annimmt, daß die Veränderung für ρ , welche Dufet für höhere Temperaturen bestimmt hat, auch für die niedrigeren Gültigkeit besitzt. Alle erwähnten Untersuchungen wurden bei rotem Lichte ausgeführt.

Verf. glaubt, daß die beobachteten Erscheinungen beweisen, daß das Wasser eine Hauptrolle in der Veränderung der optischen Phänomene spielt.

Anhydrit. Zwei Blättchen lieferten bei der Erhaltung keine Modification ihrer optischen Eigenschaften.

Datolith. Verf. hat mit dem Studium der Veränderung der Winkel durch die Wärme begonnen. Für die Winkel $(001):(210)$ und $(001):(100)$ fand er an zwei Krystallen:

Temp.	$(001):(210)$		$(001):(100)$		Dauer der Erhitzung.
	I. Kr.	II. Kr.	I. Kr.	II. Kr.	
18°	—	44° 52' 30"	—	89° 40' 30"	0 Minuten
19	45° 2' 15"	—	89° 50'	—	0 -
100	45 2 15	—	89 50	—	6 -
110	—	—	—	89 42 45	20 -
130	—	44 55 30	—	89 44	40 -
130	—	44 55 30	—	89 44	55 -
199	45 3	—	89 51 30"	—	26 -
203	45 3 45	—	89 52	—	45 -

Nach 24 Stunden maß Verf. von neuem, um zu sehen, ob die von Bodewig (Pogg. Ann. 158, 230) gefundene permanente Modification wirklich existiert. Verf. fand, daß die Erhitzung im Datolith keine permanente Veränderung verursacht. Die oben citierten Zahlen zeigen, daß der Winkel $(001):(100)$ zunimmt, während er nach Bodewig abnimmt.

Verf. erkaltete eine zu $\{201\}$ parallele Lamelle und bemerkte eine kleine Annäherung der sichtbaren Axe zur Hauptmittellinie; durch die Erhitzung bis zu 260° entfernte sich die Axe von der Mittellinie. Für 2H fand Verf. 83° 25' (15° C.) und 93° 36' bei 160° (n des Oles = 1,4983 und 1,4288 resp.). Nach Des Cloizeaux verändert die Erhitzung 2V nicht; in diesem Falle müßte $n \sin H = n' \sin H' = \text{const.}$ sein. Aber die Messungen des Verf. liefern $n \sin H = 0,9968$ und $n' \sin H' = 1,0417$, daher nimmt $\rho \sin V$ mit der Temperatur zu.

Brucit. Sowohl durch das Erwärmen, wie durch das Erkalten bis — 190° C. tritt keine Änderung der optischen Eigenschaften des Minerals ein, obgleich es fast 30% Wasser enthält. Verf. hat gefunden, daß, wenn das Mineral mäßig erwärmt wird, das verlorene Wasser wieder aufgenommen werden kann. Durch geeignete Versuche an Lamellen hat Verf. festgestellt, daß der Wasserverlust in Beziehung mit der Oberfläche steht.

Cölestin. Das Erkalten bedingt eine Verminderung des optischen Axenwinkels; der kleinste beobachtete Wert ist $2E = 70° 20'$, auch die Dispersion nimmt ab. Wie bekannt, nimmt 2E mit der Temperatur zu.

Brookit. Auch für dieses Mineral ist die während des Erkaltes beobachtete optische Veränderung die Fortsetzung von jener, welche das Erhitzen bedingt. Bei — 190° wird der Brookit für gelb einaxig; dreht man um 45°, so ist es zu sehen, daß 2E für rot 26° ist, während es ursprünglich 54° war.

Adular und Sanidin. Der Winkel der optischen Axen des Adular vom St. Gotthard nimmt bei der Erhaltung zu.

Der Sanidin der Eifel zeigt ein eigentümliches Verhalten. Zwei Platten wurden untersucht: die eine (A) mit $\rho > \nu$, die andere (B) mit $\rho < \nu$. A lieferte: bei + 20° $2E_r = 48° 27'$, $2E_v = 13° 50'$. Durch die Erhitzung wird sie einaxig für blau bei + 42°, für rot bei + 54°. Bei 120° ist der in

einer senkrechten Ebene wiedergeöffnete Winkel $2E = 27^\circ 15'$ (rot), $30^\circ 45'$ (blau). Gegen 130° verdoppelte sich die erste Lemniscate für blau, gegen 148° die erste für rot. Bei -190° C. war $2E = 48^\circ$ (weißes Licht). Zwischen -140° und -150° verdoppelten sich die Lemniscaten, früher jene für rot, später jene für Blau.

In der Platte B war bei 20° $2E_r = 27^\circ 23'$, $2E_b = 30^\circ 23'$. Mit steigender Temperatur wird $2E$ größer; bei $+35^\circ$ verdoppelt sich die erste Lemniscate für blau, bei $+55^\circ$ jene für rot. Bei $+216^\circ$ war $2E = 48^\circ$ ca. Während der Erkaltung wird $2E$ kleiner; bei -48° für rot, bei -61° für blau wird es Null. Bei -190° ist $2E$ etwa $35\frac{3}{4}^\circ$. Aus diesen Resultaten geht hervor, daß bei gewöhnlicher Temperatur der Sanidin die größte Dispersion zeigt und bei einer höheren Temperatur einaxig wird. Die Veränderungen für die zwei Platten sind sehr ähnlich; die Platte A zeigt dieselben Phänomene und in derselben Ordnung, wie die Platte B, verschieden sind aber die entsprechenden Temperaturen.

Verf. bemerkt, daß die Bezeichnung $\varrho \geq \nu$ für die Mineralien, welche verschiedene Dispersion den Axen zeigen können, ungenügend ist. Es ist bekannt, daß, wenn ein Mineral durch die Steigerung der Temperatur von einer in die andere Dispersion gehen kann, das Vorhergehen einer Farbe vor den anderen constant und charakteristisch ist. Wenn wir die optischen Veränderungen während einer Temperaturerhöhung betrachten, so ist es genügend, wenn wir im Symbol $\varrho \geq \nu$ angeben, ob das Rot oder das Violett die Farbe ist, für welche eine gewisse Veränderung früher stattfindet. Für den Sanidin von der Eifel zeigt $\varrho \geq \nu'$ an, nicht nur daß beide Dispersionen der Axen möglich sind, sondern auch, daß, wenn $\varrho > \nu$ ist, $2E$ mit steigender Temperatur abnehmen soll; ist die Dispersion $\varrho < \nu$, so muß das Gegenteil geschehen, weil das Violett in allen Veränderungen dem Rot vorangeht.

Ref.: F. Zambonini.

2. F. Zambonini (in Turin, früher in Rom): **Wavellit von Manziara in der Provinz Rom** (Rendiconti R. Accad. Lincei Rom, 4. sem. 1902 (5^a), 11, 123—125).

In der Mineraliensammlung der Gebrüder Sella in Biella fand Verf. ein Mineral, welches als Prehnit betrachtet worden war und kleine Kugeln und Halbkugeln mit radialfaseriger Structur bildete. Sie kamen auf dem gewöhnlichen Trachyt von Manziara, nahe Bracciano vor. Die Untersuchung dieses Minerals zeigte, daß es sich um Wavellit handelt, d. h. um ein Mineral, welches bis jetzt in Italien sehr selten gefunden wurde. Die Farbe ist oberflächlich sehr hellgrün, die Fasern besitzen gerade Auslöschung nach der Verlängerungsrichtung; der Prismenwinkel ist $53\frac{1}{2}^\circ$ (beim Wavellit ist $(110):(1\bar{1}0) = 53^\circ 34\frac{1}{2}'$). Ferner konnte Verf. an einigen Krystallen auch $\{010\}$ und vielleicht $\{101\}$ erkennen.

Vor dem Lötrohre unschmelzbar, gibt ein lebhaftes Licht und wird weiß, undurchsichtig. Im Kölbchen entweicht reichlich Wasser mit saurer Reaction. In Säuren löslich. Die Analyse gab: (I.)

	I.	II.
P_2O_5	33,76	33,9
Al_2O_3	37,14	36,8
H_2O	26,69	27
F	2,05	2,3
	99,64	100,0

Diese Resultate sind mit der von Groth (diese Zeitschr. 1896, 26, 108) vorgeschlagenen Formel $(PO_4)_2(AlOH)_3 \cdot 5H_2O$, in welcher $\frac{1}{6}$ des OH durch F ersetzbar ist (siehe unter II), in ganz befriedigender Übereinstimmung.

Re.: F. Zambonini.

8. G. Brunl (in Bologna) und **W. Meyerhoffer** (in Berlin): **Über die heterogenen Gleichgewichte zwischen Mischkrystallen von isomorphen Salzhydraten** (Rendiconti R. Accad. Lincei Rom, 4. sem. 1902 (3^a), 11, 185—190).

Die Verff. untersuchen die verschiedenen Typen der Umwandlungscurven bei isomorphen Salzhydraten in dem einfacheren Fall von zwei Salzen A und B , welche beide zwei verschiedene Hydrate $A + xH_2O$, $A + yH_2O$ und $B + xH_2O$, $B + yH_2O$ ($y < x$, man kann auch natürlich $y = 0$ haben) bilden. Sowohl die zwei Hydrate mit x sowie jene mit y Mol. H_2O sind isomorph und können in allen Verhältnissen zusammenkrystallisieren. Aus theoretischen Beobachtungen leiten die Verff. ab, daß die Umwandlungscurven zwischen den Umwandlungstemperaturen der einzelnen Bestandteile liegen oder ein Maximum oder ein Minimum zeigen können. Was die Zusammensetzung der Mischkrystalle betrifft, so haben die Verff. folgende allgemeine Regel gefunden: Die wasserreicheren Krystalle enthalten in größerer Menge, als die wasserärmeren, den Bestandteil, welcher eine Erhöhung der Umwandlungstemperatur bedingt, wenn er zum System hinzugefügt wird.

Die Verff. beschäftigen sich endlich mit dem Krystallisationsvorgange, wenn man aus einer gesättigten Lösung, welche sich im Gleichgewicht mit den Mischkrystallen der zwei Hydrate befindet, das Wasser unter constanter Temperatur verdampfen läßt.

Ref.: F. Zambonini.

4. F. Zambonini (in Turin): **Über den Glaukophan von Chateyrroux im Gressoneytale** (Ebenda 204—208).

Die beschriebenen Glaukophankrystalle stammen aus einem Eklogitblocke, welcher nahe den Häusern von Chateyrroux, westlich von Fontainemore, gefunden wurde. Der Glaukophan bekleidete neben Muscovitblättchen, einigen Quarzkörnern und seltenen Titanitkrystallen eine Höhlung des Gesteins. Der Titanit zeigt die Formen (Aufstellung von Des Cloizeaux): $\{100\}$, $\{001\}$, $\{110\}$, $\{101\}$, $\{111\}$, $\{112\}$; vorherrschend sind $\{001\}$ und $\{111\}$; $\{101\}$ ist ziemlich groß.

Die Glaukophankrystalle sind schwarz, glänzend, manchmal nach c sehr verlängert, häufiger sind sie aber dicker. Der größte Maß 12 mm nach c . Die beobachteten Formen sind: $a\{100\}$, $b\{010\}$, $m\{110\}$, $r\{111\}$. Sie bilden die Combinationen: mr , mbr , $mabr$. $\{100\}$ ist selten, häufiger kommt $\{010\}$ vor. Die Flächen der Zone $\{001\}$ sind parallel der Verticalaxe gestreift. $\{111\}$ hat ebene, aber fast immer matte Flächen. Drei Messungen des Winkels $m : m$ gaben: $55^\circ 2'$, $54^\circ 56'$, $54^\circ 55'$. Diese Werte sind von jenen an anderen Fundorten beobachteten ziemlich verschieden; sie sind die kleinsten.

$c : c = 4^\circ 30'$. Sehr schöner Pleochroismus: $a =$ sehr hellgrünlichgelb, fast farblos; $b =$ violett; $c =$ himmelblau.

Vor dem Lötrohre verhalten sich die Krystalle von Chateyrroux wie der gewöhnliche Glaukophan. Die Analyse ergab:

<i>SiO</i>	55,43
<i>Al₂O₃</i>	12,26
<i>FeO</i>	8,07
<i>CaO</i>	2,91
<i>MgO</i>	8,67
<i>Na₂O</i>	9,02
<i>H₂O</i>	2,87
	<hr/> 99,23

Der untersuchte Glaukophan ist vom Gastaldit von St. Marcel sehr verschieden; seine Zusammensetzung nähert sich sehr jener des Glaukophan von Syra. Er ist auch deshalb wichtig, weil man jetzt einen zweiten Fundort kennt, welcher Glaukophankristalle mit Endflächen zeigt.

Ref.: F. Zambonini.

5. G. D'Achiardi (in Pisa): **Thomsonit und Apophyllit von Schiket in der Colonie Erythraea** (Rendiconti R. Accad. Lincei 4. sem. 1902 (5^a), 11, 251—254).

Die oben genannten Mineralien erfüllen kleine Adern und mandelförmige Räume in einem Basaltmandelstein, welcher in der Nähe von Schicket, auf dem Wege von Asmara nach Godofelassi, gefunden wurde.

Der Thomsonit gehört zu der Färöelit genannten Varietät; er ist weiß, zeigt radialfaserige Structur, perlmutterartigen Seidenglanz. Die Fasern erscheinen unter dem Mikroskope als rhombische Prismen mit Basis. Härte etwa 5, spec. Gewicht 2,25. Vor dem Lötrohre schmelzen sie unter Decrepitieren zu einem weißen Email, sie färben die Flamme gelb. Die Analyse ergab:

<i>SiO₂</i>	41,30
<i>Al₂O₃</i>	29,49
<i>CaO</i>	11,61
<i>Na₂O</i>	5,11
<i>K₂O</i>	Spur
<i>H₂O</i>	13,32
	<hr/> 100,83

Die Bestimmung des Wasserverlustes bei verschiedenen Temperaturen gab folgende Resultate: bei 80°—85° 0,942⁰/₁₀; 145°—150° 1,169; 205°—210° 1,107, 255°—260° 1,365, 325°—330° 2,179; Glühverl. 6,556. Summe 13,318.

Der Apophyllit bildet kleine, farblose, isolierte würfelförmige Krystalle, die auf dem Thomsonit sitzen. Sie zeigen oft nur die Formen {100}, {001}, manchmal auch {111} und ein unbestimmtes Prisma {hk0}. Spaltbarkeit nach {001}; Härte 5; spec. Gew. 2,2. Die Krystalle zeigen deutliche optische Anomalien. Die qualitative chemische Analyse ließ die Anwesenheit von *Si*, *Ca* und Spuren von *Al* erkennen, sowie durch die Flammenfärbung von *Na* und *K*. Wegen Mangel an Material konnte Verf. nicht die quantitative Zusammensetzung feststellen.

Ref.: F. Zambonini.

6. G. Bruni (in Bologna): **Über die Unterscheidung zwischen Polymorphismus und chemischer Isomerie** (Rendiconti R. Accad. Lincei 4. sem. 1902 (5^a), 11, 386—389. — Gazz. chim. 1903, 33, 100—103).

Verf. gibt ein neues Kriterium, um diese Frage zu lösen. Aus der Phasenlehre folgt, daß nur eine unter zwei polymorphen Substanzen einen stabilen Schmelzpunkt im Sinne der Phasenlehre besitzt, während im Falle von zwei chemisch isomeren Körpern beide einen stabilen Schmelzpunkt haben. Wenn zwei Körper isomer sind, muß der Zusatz des einen zu dem anderen den Schmelz- oder den Gefrierpunkt erniedrigen. Für zwei Isomere erhält man also zwei Schmelzcurven und einen eutektischen Punkt, wie Bancroft und seine Schüler an sehr leicht umwandelbaren Isomeren und Verf. an Dimethylmaleinat und -fumarat beobachtet haben.

Bei polymorphen Körpern existieren die erwähnten Schmelzcurven und eutektischen Punkte nicht. Wenn man zu einem geschmolzenen polymorphen Körper eine gewisse Menge der anderen Form zusetzt, so wird man immer einen einzigen Schmelzpunkt beobachten und das unabhängig von den Mengen, welche man von einem der zwei Körper zu dem anderen zusetzt. Der beobachtete Schmelzpunkt wird der höchste der stabileren Form sein, niemals zwischen beiden oder niedriger als jene der zwei Modificationen.

Ref.: F. Zambonini.

7. C. Rimatorl (in Cagliari): **Der Prehnit und andere Zeolithe aus den Granuliten von Cala Francese (Maddalena-Insel)** (Rendiconti R. Accad. Lincei 4. sem. 1902 (5^a), 11, 542—547).

Verf. hat schon früher (diese Zeitschr. 1901, 34, 286) den Chabasit vom genannten Fundorte analysiert; in der vorliegenden Arbeit teilt er die Resultate seiner chemischen Untersuchungen über die anderen Zeolithe mit, welche inzwischen zum Teil von † C. Riva (diese Zeitschr. 1902, 35, 361) krystallographisch-optisch beschrieben worden waren.

Prehnit. Von diesem Mineral kommen zu Cala Francese zwei Varietäten vor: die eine ist grünlich, die andere weiß. Die erstere bildet krystallinische Massen zwischen den Feldspatelementen, dem Quarz und dem Epidot, mit welchem letzterem er innig verwachsen ist. Die chemischen Eigenschaften sind die gewöhnlichen. $H. = 6,5$; spec. Gew. bei $25,8^{\circ}$ 2,908. Die chemische Analyse ist unter I (siehe folg. S.) wiedergegeben. Aus den Resultaten geht hervor, daß der untersuchte Prehnit weniger Wasser als gewöhnlich enthält. Die vom Verf. berechnete Formel ist: $3SiO_2 \cdot Al_2O_3 \cdot 2(CaO \cdot \frac{1}{10}FeO) \cdot \frac{3}{2}H_2O$.

Die andere Prehnitvarietät wurde in einer einzigen Höhlung gefunden. $H. = 6,5$; spec. Gew. bei $26,2^{\circ}$ 2,924. Die chemische Zusammensetzung, welche jene der ersten Varietät sehr nahe steht, ist unter II. zu sehen.

Stilbit. Er war schon von Riva erkannt worden. Verf. hat hellgelbliche Krusten gefunden, welche aus kleinen, tafelförmigen, wenig deutlichen Krystallen bestehen. Die Reinigung der Substanz war sehr schwer, und Verf. ist nicht sicher, daß sie die für eine richtige Analyse erforderliche Reinheit besaß. Spec. Gew. bei $23,6^{\circ}$ 2,27. Zusammensetzung unter III. Berechnete Formel: $6SiO_2 \cdot Al_2O_3 \cdot \frac{1}{2}(\frac{2}{3}CaO \cdot \frac{1}{4}Na_2O) \cdot 6,3H_2O$.

Nummer IV zeigt die Zusammensetzung von hellgelblichen, radialfaserigen Stilbitaggregaten, d. i. nämlich genau die von Riva beschriebene Varietät. Spec. Gew. bei $24,2^{\circ}$ 2,27. Die Analyse wurde mit 0,09 g Substanz(!) ausgeführt. Berechnete Formel: $6SiO_2 \cdot Al_2O_3 \cdot \frac{2}{3}CaO \cdot 7,8H_2O$.

Laumontit. Auch diesen hatte Riva schon beschrieben. Er ist sehr selten; er kommt auf dem Perthit vor und ist als ein Umwandlungsproduct

desselben zu betrachten. Die chemische Zusammensetzung ist unter V. mitgeteilt.

Skolezit. Er wurde in kleinen Höhlungen zwischen Quarz und Feldspat gefunden und bildet hellgelbliche Aggregate von radialen nadelförmigen Krystallen. Die Analyse wurde mit 0,2 g nicht ganz reiner Substanz ausgeführt. Resultate unter VI. Spec. Gew. bei 18,5 2,52. Berechnete Formel: $3,2\text{SiO}_2 \cdot (\frac{8}{100}\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot \frac{13}{100}\text{Fe}_2\text{O}_3) \cdot 1,1\text{CaO} \cdot 2,4\text{H}_2\text{O}$.

	I.	II.	III.	IV.	V.	VI.
SiO_2	42,59	43,04 ¹⁾	56,40	54,16	52,42	47,83
Al_2O_3	22,76	28,77	15,97	15,17	21,44	22,16
Fe_2O_3	3,02	—			—	5,22
CuO	27,02	25,26	5,87	8,04	13,23	15,92
MgO	Spur	0,88	—	—	—	—
Na_2O	1,06	Alk. Sp.	2,28	Alk. 2,87	—	Alk. Sp.
H_2O	2,66	2,08	17,76	19,76 ²⁾	14,42	10,70
	99,11	100,00	98,28	100,00	101,51	101,83

Ref.: F. Zambonini.

8. G. De Angelis d'Ossat (in Rom): Notizen über einige Mineralien von Casal di Pari in der Provinz Grosseto (Rendiconti R. Accad. Lincei 1. sem. 1902 (5^a), 11, 548—555).

In der Umgegend von Casal di Pari schürft man jetzt auf Antimon-, Blei- und Quecksilbererze. Verf. gibt eine geologische Skizze der Gegend, aus welcher hervorgeht, daß die Mineralisierung auf die permocarbonischen und triassischen Gesteine beschränkt ist. Die beschriebenen Fundorte sind Selva (2 km nördlich von Casal di Pari), S. Antonio und Val d'Aspra (3 km von dem genannten Dorfe) und endlich die Miniera di Casale (2 km NW. von demselben Dorfe).

Selva. Hier kommen vorwiegend Antimonerze in einem stark veränderten, vielleicht triassischen Gesteine vor. Der Antimonglanz bildet Krystallgruppen mit radialfaseriger Structur, nadelförmige Krystalle, welche sich in den tonigen und erdigen Massen befinden, prismatische Krystalle oberflächlich in Cervantit umgewandelt, und ferner verwitterte Krystalle, die mit Schwefel bedeckt sind. Dr. R. Mirolli analysierte reine (siehe unter I.), nur oberflächlich (II.) und stark veränderte Krystalle (III.) Cervantit, Stibiconit und Schwefel sind häufig; letzterer zeigt schöne Kryställchen, welche auf dem verwitterten Antimonglanz sitzen. Pyrit bildet kleine Oktaëder (die Analyse von Mirolli ist unter IV. wiedergegeben). Verf. erwähnt noch Hämatit, Gyps und Quarz.

S. Antonio und Val d'Aspra. Hier ist das Hauptmineral Bleiglanz, welcher in großen Blöcken und Knollen in einem rätischen Kalk vorkommt. Die Zusammensetzung nach Mirolli zeigt V. Neben Bleiglanz finden sich verschiedene Mineralien, nämlich Zinnober, welcher den Bleiglanz hier und da bedeckt, Pyrit in Krystallen $\pi\{210\}$, Kupferkies, Fluorit in farblosen Würfeln, neben Quarz, welche schöne und große Krystalle der gewöhnlichen Combination bildet, Limonit, Azurit, Malachit (von welchem eine an ganz unreinem Material ausgeführte Analyse gegeben ist), Kalkspat und Gyps.

Miniera di Casale. Hier kommt reichlicher Zinnober im Quarz und im

1) Aus dem Verlust bestimmt.

2) Wasser und Verlust.

Ton, welche sich zwischen den permocarbonischen Schiefern befinden, vor. Ferner hat Verf. auch Quarz, Pyrit und Schwefel bemerkt.

	I.	II.	III.	IV.	V. ¹⁾
<i>Sb</i>	68,00	52,06	48,02	—	<i>Pb</i> 85,76
<i>S</i>	34,02	27,64	43,05	52,97	12,95
<i>Fe</i>	Spur	0,07	0,65	47,10	0,50
<i>Ca</i>	—	3,93	1,42	—	—
<i>Al</i>	—	4,74	—	—	—
Unlös.	4,03	9,45	6,00	—	—
	100,05	97,89	99,14	100,07	99,21

Die Arbeit endet mit einigen kurzen, unter Reserve geäußerten Meinungen über die Entstehung der beschriebenen Vorkommen.

Ref.: F. Zambonini.

9. G. Bruni und M. Padoa (in Bologna): Ueber die Bildung von Mischkrystallen durch Sublimation (Rendiconti R. Accad. Lincei 4. sem. 1902 (5^a), 11, 565—569. — Gazz. chim. 1902, 32, II, 319—324).

Alle bis jetzt untersuchten Mischkrystalle stammten aus flüssigen Mischungen. Die Verff. haben nun Mischkrystalle durch Sublimation dargestellt. Sie wählten Körperpaare, von welchen ein Körper farblos, der andere gefärbt war. Die Mischkrystalle mußten daher, wie bei den bekannten Versuchen J. W. Retgers, eine schwächere Farbe besitzen, als jene des reinen gefärbten Bestandteils.

Die Mischung der zu studierenden Substanzen wurde geschmolzen, die so erhaltene und gepulverte Masse wurde in ein Glasrohr eingeführt, welches mit einer kugeligen Erweiterung endete. Die Substanz sollte sich alle in dieser letzteren befinden. Durch eine Pumpe reduzierte man den Druck bis auf 12—14 mm und dann wurde das Rohr zugeschmolzen; endlich erhitze man es in einem Bade, welches auf einer Temperatur gehalten wurde, die niedriger als der kleinste mögliche Schmelzpunkt der angewandten Gemische war. Die erhaltenen Krystalle wurden mit der Lupe und unter dem Mikroskope untersucht und bei folgenden Körperpaaren die Mischbarkeit durch die Färbung festgestellt.

Azobenzol und Stilben; Quecksilberchlorid- und -jodid; Quecksilberbromid und -jodid. Eine Mischung von gleichen Teilen Azobenzol (Schmelzpunkt 69°) und Stilben (Schmelzpunkt 124°) lieferte rötliche Krystalle mit dem Schmelzpunkt 76°, daher betrachten sie die Verff. als ärmer an Stilben als die ursprüngliche Mischung.

Die Verff. machten ferner vier Versuche mit Mischungen von $HgBr_2$ und HgJ_2 . Die gebildeten Krystalle waren immer homogen und mehr oder weniger gelb. Sie blieben gelb auch nach drei Wochen, und das bewies, daß es sich um wirkliche Mischkrystalle und nicht um mechanische Gemenge handelt, weil die unter denselben Bedingungen sublimierten Quecksilberjodidkrystalle schon wenige Minuten nach dem Erkalten rot wurden. Hier sind die Resultate der vier Versuche wiedergegeben:

1) Der Verf. gibt an einigen Analysen selbst vier Decimalen, aber das ist natürlich irrig.

	HgJ_2 in 100 Gewichtsteilen	
	der ursprünglichen Mischung	der sublimierten Krystalle
I.	19,92	18,31
II.	43,31	36,52
III.	60,06	50,44
IV.	80,02	71,74

Die sublimierten Krystalle sind ärmer an Jodid als die ursprüngliche Mischung, and das zeigt, daß das Jodid weniger flüchtig ist als das Bromid. Auch aus den Mischungen von HgJ_2 und $HgCl_2$ haben die Verff. Mischkrystalle erhalten, die weniger Jodid als die ursprüngliche Mischung enthalten. Bei dieser Gelegenheit bemerken die Verff., daß die sogenannten Quecksilberchlorjodide nur Mischkrystalle sind, wie schon Selmi im Jahre 1844 erkannt hatte.

Ref. F. Zambonini.

10. G. Bruni (in Bologna): **Neue Untersuchungen über feste Lösungen** Rendiconti R. Accad. Lincei 1902, 11, R. sem., 187—195. — Gazz. chim. ital. 1903, 33, I, 89—99.

Verf. hat seine Studien über die festen Lösungen fortgesetzt, und in dieser Mitteilung veröffentlicht er die Resultate der Versuche, welche er zusammen mit L. Mascarelli und M. Padoa ausgeführt hat. Das Ziel dieser Studien war, die Analogien in der Constitution genauer zu bestimmen, welche nötig sind, um die Bildung fester Lösung zwischen zwei Körpern zu bedingen. Er wollte auch versuchen, wenn es möglich ist, unter organischen Substanzen die Isomorphierelationen und die Bildung von Mischkrystallen, welche unter anorganischen Körpern bekannt sind, zu finden. Die von Bruni angewandte Methode ist die folgende. Wenn er constatieren wollte, ob zwei Substanzen imstande sind, feste Lösungen zu bilden, so wandte er die eine als Lösungsmittel der anderen an, und dann bestimmte er die Gefrierpunktserniedrigung. War sie mit der Raoult'schen Regel in Übereinstimmung, so schloß Bruni, daß keine feste Lösung sich gebildet hatte; eine anormale Erniedrigung war das Anzeichen der Bildung von fester Lösung.

Garelli hatte beobachtet, daß cyclische Verbindungen mit ihren Hydroxyl-derivaten, in welchen OH direct mit dem Ringe verbunden ist, die Fähigkeit besitzen, mit einander feste Lösungen zu bilden. Nun hat Verf. Verbindungen mit offener Kette untersucht. Er löste in Bernsteinsäuredimethylester dessen wichtigste Mono- und Dihydroxyderivate, nämlich die Dimethylester der Äpfel-, r-Wein- und Traubensäure. Das Verhalten war ganz normal. Ebenso geschah es beim Lösen von inactiver Mandelsäure in Phenyllessigsäure. Dann löste Verf. die zwei Hydrobenzoine in Dibenzyl und er fand eine ganz deutliche Bildung von festen Lösungen. Aus seinen Versuchen leitet Verf. ab, daß das Bestreben von organischen Körpern, mit ihren Hydroxylderivaten (bei welchen die Hydroxyle an einer offenen Kette gebunden sind) Mischkrystalle zu bilden, nicht allgemein ist; es kann vorhanden sein, wenn die Molekulargröße bedeutend ist.

Auch Salze von Ammonium und Hydroxylamin können Mischkrystalle geben. Verf. erhielt solche von Ammoniumchromalaun und Hydroxylamin-aluminiumalaun, sowie auch von letzterem mit Ammoniumaluminiumalaun, mit dem gewöhnlichen Alaun, sowie mit dem Kaliumchromalaun.

Dieselben Erscheinungen kommen auch unter organischen Körpern vor. Verf. löste p-Tolylhydroxylamin in p-Toluidin, sowie α -Naphthylhydroxylamin in α -Naphthylamin, und beobachtete ziemlich deutliche Anomalien in den Gefrierpunkten.

Verf. hatte die Meinung geäußert, daß die Hydroxyl- auch mit den Amidoringverbindungen feste Lösungen geben können. Muthmann hatte dies schon für die Mischungen der Tetraäthylester der p-Dioxy- und p-Diaminopyromellithsäure nachgewiesen.

Verf. beobachtete nun, daß, wenn man p-Toluidin in p-Kresol löst, die Anomalie ganz klein ist. Sie ist sehr bedeutend bei Anwendung von Substanzen mit größerem Molekulargewicht, wie er mit α -Naphthol und α -Naphthylamin, und s-Tribromanilin in s-Tribromphenol constatieren konnte.

Die Beziehung von $CH\equiv$ zu $N\equiv$ war schon von Muthmann und Verf. untersucht worden. Jetzt löste letzterer in Azoxybenzol den sogenannten n-Phenylbenzaldoximäther und fand große Anomalien: dasselbe war der Fall für die Äthylester der o-Phtalaldehydsäure und der o-Nitrosobenzoëssäure.

$-CH_2-CH_2-$, $-CH=CH-$, $-C\equiv C-$. Verf. wollte die Bildung von fester Lösung zwischen Acetylenverbindungen und den entsprechenden Derivaten mit einfacher und doppelter Bindung prüfen. Er löste Acetylendicarbonsäuredimethylester in dem entsprechenden Bernsteinsäureester, sowie Phenylpropionsäure in Phenylpropionsäure und endlich Phenylpropionsäuremethylester in Zimmtsäuremethylester. In allen drei Fällen ist die Anomalie ganz deutlich, woraus Verf. schließt, daß die Acetylenverbindungen mit den entsprechenden gesättigten Verbindungen und mit den Fumarformen der Äthylenderivate zusammenkrystallisieren können.

Endlich hat Verf. versucht, zwischen organischen Körpern jene Relationen zu finden, welche man beobachtet hat, wenn ein Sauerstoffatom ein oder zwei Fluoratome ersetzt. Er hat Phtalylchlorid und Phtalsäureanhydrid untersucht. Die Bildung von Mischkrystallen wurde constatiert.

Ref.: F. Zambonini.

11. D. Lovisato (in Cagliari): Der Bournonit aus der Grube Argentiera della Nurra (Portotorres, Sardinien) (Rendiconti R. Accad. Lincei 2. sem. 1902 (5*), 11, 357—361).

Bis jetzt hatte man geglaubt, daß die wichtigsten Mineralien der genannten Blenden Bleiglanz und Fahlerz wären. Nun hat Verf. erwiesen, daß es sich nicht um Fahlerz, sondern um Bournonit handelt. Das Mineral kommt nie krystallisiert vor, es zeigt deutliche Spaltbarkeit. $H. = 2,5-3$; spec. Gewicht 5,78. Metallglanz, Farbe stahlgrau bis schwärzlich bleigrau; undurchsichtig.

Im Kölbchen decrepitiert es und gibt ein rötliches Sublimat von Antimon und Eisenoxyd; vor dem Lötrohr auf der Kohle schmilzt es ruhig, gibt einen Beschlag von Antimonigsäure, später einen von Bleioxyd. Löslich in Salzsäure. Eine Analyse von C. Rimatori ausgeführt, ergab folgende Resultate:

<i>S</i>	19,14
<i>Sb</i>	20,70
<i>As</i>	Spur
<i>Pb</i>	40,73
<i>Cu</i>	12,22
<i>Fe</i>	4,59
<i>Mn</i>	1,35
<i>(Ca, Mg, O)</i>	Spur
	98,73

Nach Ing. Daneri enthält das Mineral *Pb* 38,5%, *Cu* 7,3%, *Au* 2 g pro Tonne.

Ref.: F. Zambonini.

12. E. Artini (in Mailand): Beobachtungen an einigen Mineralien aus dem Bavenoer Granit (Rendiconti R. Accad. Lincei, 2 sem. 1902 (5^a), 11, 362—367).

In dieser Arbeit behandelt Verf. das Vorkommen von Apatit, Scheelit, Heulandit und Turmalin.

Der Apatit war bis jetzt nur von Strüver im weißen Granit beobachtet worden, nun hat Verf. ihn auch im rosenfarbigen Gesteine gefunden. Es handelt sich um eine der gewöhnlichen Krystallgruppen von Orthoklas; auf dem größten Krystalle, welcher zum Teil durch Epidot und etwas Hyalit verdeckt ist, sitzen einige Babingtonitkrystalle der gemeinen Form und fünf Apatitkryställchen. Sie sind farblos, ziemlich durchsichtig, prismatisch, nach der Verticalaxe verlängert, in welcher Richtung sie 3 mm erreichen. Die beobachteten Formen sind folgende: {0001}, {1010}, {2021}, {1011}, {1012}, {1121}. Ganz genaue Messungen waren nicht möglich, so daß der Verf. das Axenverhältnis nicht bestimmen konnte.

Von Scheelit hat Verf. ein sehr schönes Stück erworben; in einer Druse des roten Granits kommen mit reichlichem Quarz, Hyalit, Albit und wenigem rosenfarbigen Orthoklas zehn hellgelbe Scheelitkrystalle vor, die krystallographisch mit jenen von Strüver beschriebenen identisch sind.

Der Heulandit war bis jetzt nur von Leuze erwähnt. Die Krystalle von diesem Mineral wurden einmal auf Quarz und Orthoklas neben gelblichem Stilbit gefunden, ein zweites Mal bildeten sie eine Kruste auf einem Orthoklas-krystalle. Die beobachtete Combination ist: {010}, {001}, {110}, {201}, {201} (Aufstellung von Des Cloizeaux). {001} und {201} sind wenig entwickelt, größer ist {201}. Die optischen Eigenschaften wurden an Spaltblättchen nach {010} untersucht; sie bieten die gewöhnliche Teilung in Sektoren, welche zur Basis die Tracen der Flächen der Zone [001] haben und sich nach dem Inneren erstrecken. Wie gewöhnlich ist die Felderteilung vollkommener und deutlicher an den inneren Blättchen. Die Ebene der optischen Axen bildete in drei Dünnschliffen (010) die folgenden Winkel mit + *a* (Na-Licht):

	Sektoren {201}	Sektoren {001}	Sektoren {201}
I. Spaltblättchen	+ 8° 30'	0	— 7°
II. —	+ 10 30	0	— 18
III. —	+ 2 30	0	— 18 30'

Im mittleren Felde des ersten Blättchens wurde gefunden: für + *a* + 6° (blau), + 8° 30' (gelb), + 10° (rot); 2 *E* = 77° 53' (Na).

Der Turmalin ist sehr selten; er zeigt Büschel von dünnen, bläulichen Nadeln, welche bis 10 mm messen. Sie zeigen das Prisma $\{11\bar{2}0\}$. Die Verlängerungsrichtung ist optisch negativ; der Pleochroismus stark: ω = dunkel grünlichblau, ϵ = sehr hell bräunlich. Dieses Mineral war von Jervis erwähnt worden, aber ohne nähere Angaben.

Ref.: F. Zambonini.

13. L. Colomba (in Turin): Über den Mohsit aus der Beaume im oberen Doria Ripariatale (Atti R. Accad. d. Sc. di Torino 1902, 37, 343—352).

Auf einigen kleinen Albitgängen, welche in der oben genannten Localität die abwechselnde Reihe der Schiefer und der Kalke durchbrechen, fand Verf. ein merkwürdiges Mineral, welches die krystallographischen Eigenschaften des Mohsit von Lévy besitzt. Es ist von zahlreichen Mineralien begleitet, nämlich Tnatas, Rutil, Pyrit, Baryt, Rodochrosit, Dolomit und Ilmenit mit der typischen Form.

Der Mohsit ist sehr selten, und seine schwarzen, kleinen, gewöhnlich zusammengesetzten oder unvollkommenen Krystalle kommen hier und da im Albit vor, neben Anatas und Rutil. Sie sind sehr zerbrechlich, ritzen aber das Glas. Manchmal beobachtete Verf. Spuren von Spaltbarkeit nach der Basis. Die qualitative chemische Untersuchung ließ erkennen, daß er aus vorwiegend Mitandioxyd und Eisenoxydul besteht; ferner sind kleine Mengen von Kalk und Agnesia, sowie Spuren von Kieselsäure und Aluminiumoxyd, welche beide vielleicht aus Verunreinigungen stammen, vorhanden. Eisenoxyd fehlt völlig.

Die Krystalle sind nach der Basis tafelförmig; sie zeigen die Formen $\{111\}$, $\{10\bar{1}\}$, $\{55\bar{1}\}$, $\{10.1.1\}$, $\{7\bar{2}\bar{2}\}$, $\{14.5.\bar{1}\bar{3}\}$, $\{551\}$, $\{11.5.5\}$ und $\{52\bar{1}\}$, ferner ein nicht bestimmbares Skalenoëder. Die flächenärmeren Krystalle zeigen nur die Formen $\{111\}$, $\{10\bar{1}\}$, $\{55\bar{1}\}$, $\{14.5.\bar{1}\bar{3}\}$, die anderen alle beobachteten Formen. Die ersten sechs Formen waren schon von Lévy beobachtet worden, die anderen sind sowohl für Mohsit, wie für Ilmenit neu. Die beobachteten Winkel werden hier wegen der Seltenheit des Minerals alle wiedergegeben.

Gemessen:		Berechnet
		(aus $(100):(010) = 93^{\circ}50'$)
$(55\bar{1}): (111)$	$= 66^{\circ}54'$	$66^{\circ}59'$
$(10.1.1): (111)$	$77\ 49$	$78\ 0$
$(7\bar{2}\bar{2}): (111)$	$49\ 18$	$49\ 39$
$(14.5.\bar{1}\bar{3}): (55\bar{1})$	$23\ 34$	—
$: (10\bar{1})$	$14\ 6$	—
$(551): (111)$	$29\ 37$	$29\ 43$
$(11.5.5): (111)$	$24\ 16$	$24\ 9$
$(52\bar{1}): (111)$	$53\ 27$	$53\ 29$
$: (10\bar{1})$	$36\ 31$	$36\ 21$

Da die Krystallformen des Mohsit ganz charakteristisch und alle am Ilmenit unbekannt sind, so glaubt Verf., daß der Mohsit nicht als eine Ilmenit-varietät, sondern als eine besondere Gattung zu betrachten sei. Er stützt sich auch auf die Tatsache, daß sowohl Ilmenit mit den gewöhnlichen Formen $\{111\}$, $\{100\}$, $\{110\}$, $\{31\bar{1}\}$, wie Mohsit an der Beaume zusammen vorkommen. Verf. spricht noch über einen Isomorphismus zwischen Mohsit und Eudyalit, welcher schon von Lévy angegeben worden war. Ref. muß aber bemerken, daß eine

gewisse Winkelähnlichkeit (übrigens ist zum Teil zwischen den Messungen Colombas und den Winkeln des Eudyalit ein großer Unterschied) zwischen einem Ferrotitanat und einem Natriumcalciumeisenzirkonsilicat nicht als Isomorphismus bezeichnet werden kann.

Ref.: F. Zambonini.

14. L. Colomba (in Turin): Über eine neue Ptilolithvarietät von der Kronprinz Rudolf-Insel (Atti della R. Accad. delle Scienze di Torino 1902, 37, 383—390).

Unter den Mineralien, welche in der Teplitz-Bai (Kronprinz Rudolf-Insel) von S. K. H. dem Herzog der Abruzzen gesammelt wurden, befindet sich ein gelbliches Kalkspatstück, welches aus einer Höhlung des Basaltes stammt. Im Kalkspat ist eine Substanz eingeschlossen, welche man leicht durch verdünnte Salzsäure befreien kann; sie bildet lange, farblose, seidengänzende, biegsame Nadeln; die größeren sind nach der Verlängerungsrichtung gestreift und zeigen manchmal eine Endfläche, die zu jener Richtung senkrecht ist.

Diese Nadeln werden auch in der Wärme schwer von concentrirter Salzsäure zersetzt; sie sind schwer schmelzbar unter Anschwellen und bilden ein farbloses Glas.

Die Analyse gab:	SiO_2	67,52
	Al_2O_3	10,76
	CaO	3,34
	K_2O	1,69
	Na_2O	1,19
	H_2O	14,43
		<hr/> 98,90

Es handelt sich um ein zeolithartiges Mineral, und zwar um Ptilolith; nur findet man hier ein größere Menge Wasser und weniger Kieselsäure. Das gefundene Wasser war 15,24%, Verf. hat jedoch das über $CaCl_2$ verlorene H_2O (0,81%) als hygroskopisches Wasser betrachtet, was bei den Zeolithen unrichtig ist. Bei 85° ist der Wasserverlust 4,28%, bei 105°—110° 5,46%; das Mineral kann das Wasser wieder aufnehmen; bei höheren Temperaturen ist die Aufnahme nur partiell.

Die Nadeln haben immer parallele Auslöschung, was mit Ptilolith übereinstimmt. Verf. hat beobachtet, daß durch die Erhitzung die sehr schwache Doppelbrechung des Minerals vermehrt wird; bei einer Temperatur von 120° bis 125° werden alle Ptilolithnadelchen doppeltbrechend, selbst jene, welche bei gewöhnlicher Temperatur isotrop scheinen. Wenn sie erkaltet sind, so kehren sie in den ursprünglichen Zustand zurück. Verf. beobachtete aber, daß Kristalle, welche in Canadabalsam gelegt waren, die Doppelbrechung längere Zeit halten als jene, welche man in der freien Luft erkalten läßt.

Aus diesem Verhalten schließt er, daß die Vermehrung der Doppelbrechung nicht von einem Wasserverluste, sondern von einer Modification in dem Molekularzustande bedingt ist, und erwähnt die Versuche G. Friedels am Analcim, wo, wie bekannt, bei höherer Temperatur eine Volumabnahme eintritt.

Ref.: F. Zambonini.

15. G. Spezia (in Turin): Beiträge zur chemischen Geologie. Über die Umwandlung von Holz-Opal in -Quarz (Atti R. Accad. delle Scienze di Torino 1902, 87, 393—400).

In einer früheren Arbeit hat Verf. bewiesen, daß Opal sich durch Wasser in Quarz umwandeln kann; jetzt untersucht Verf. die Umwandlung des Holzopals.

Er hat denjenigen von Tokay angewandt, in welchem schon anisotrope Quarz- und isotrope Opalzonen vorhanden waren. Ein Prisma mit quadratischer Basis von solchem Opal wurde in einer Lösung, welche Spuren von Natriumsilicat und viel gelatinöse Kieselsäure enthielt, in dem schon beschriebenen Apparate 15 Tage lang in einer Temperatur von 280°—300° gelassen. Das Resultat war, daß der Holzopal vollkommen in Quarz übergeführt wurde und die Pflanzenstructur nur in bezug auf die Zonen des vorher existierenden Quarz erhalten blieb.

Nun wollte Verf. die Einwirkung des Druckes auf die Umwandlung untersuchen. In einem ersten Versuche verschloß er ein Prisma mit quadratischer Basis in dem schon beschriebenen Apparate zwischen pulverigem, trockenem Thon. Der aus dem Thon zum Prisma übertragene Druck war dem Drucke analog, welchem eine Pflanze oder ein anderer Körper, der in großer Tiefe sich in einem thonartigen Boden befindet, unterworfen ist. Nur fehlte hier vollkommen die Feuchtigkeit. Der Druck von 6000 Atm. wurde während fünf Monaten gehalten, die Temperatur war 10°—15°. Das Resultat ist, daß der Thon sehr fest wird; das Prisma dagegen war vollkommen unverändert, wie auch die mikroskopische Untersuchung bewies.

Ein zweiter Versuch wurde so ausgeführt: Ein dem vorher beschriebenes gleiches Prisma wurde in eine Lösung gelegt, welche mit jener in den Versuchen zu hoher Temperaturen angewandten identisch war. Der Druck von 6000 Atm. wurde 4 Monate lang beibehalten; Temp. 12°—16°. Das Prisma wurde zerbrechlich, aber unter dem Mikroskope konnte Verf. den Opal unverändert nachweisen.

Aus seinen Versuchen leitet Verf. ab, daß der statische Druck keine Einwirkung auf die Umwandlung vom Holzopal in Quarz ausübt. Nur die höhere Temperatur bedingt die Veränderung. In der Natur muß die Temperatur niedriger als die angewandte sein, weil im Holzquarz so häufig die organische Substanz noch erhalten ist, nur wäre dann die zur Umwandlung nötige Zeit viel länger. Felix hatte schon vermutet, daß die Holzquarze aus Holzopalen entstanden seien, und die Erfahrung hat diese Vermutung bestätigt.

Nach dem Verf. können seine Versuche auch die Bildung einiger Quarzite erklären, welche nicht als metamorphosierte Sandsteine betrachtet werden. Man kann sie nämlich als durch Umwandlung von Opalschichten, die sich entweder direct aus kieselhaltigen Lösungen oder auch unter Mitwirkung von Organismen abgesetzt haben, in Quarz entstanden betrachten.

Endlich dient der unter hohem Drucke und auf trockenem Wege ausgeführte Versuch dazu, die Hypothese Heims zu widerlegen, nach welcher ein fester, harter Körper, einem allseitigen, gleichförmigen Drucke unterworfen, plastisch werden soll. Das Opalprisma zeigte in der Tat ganz die ursprüngliche Structur, während, wenn es plastisch geworden wäre, man einen Unterschied in der Structur hätte beobachten müssen.

Ref.: F. Zambonini.

16. A. Artom (in Turin): Untersuchungen über die elektrischen Eigenschaften des Diamants (Atti R. Accad. delle Scienze di Torino 1902, 37, (475—484)).

Bis jetzt waren die elektrischen Eigenschaften des Diamants sehr wenig bekannt. Verf. hat zahlreiche Untersuchungen an Diamanten ausgeführt, von welchen er das spezifische Gewicht und die vollkommene Durchsichtigkeit kontrolliert hatte.

Elektrischer Widerstand. Er wurde an 30 Stücken bei 15° bestimmt. Das Mittel der kleinsten Werte ist $0,183.177 \times 10^{12}$ Ohm cm, jener der größten Werte $1,280.370 \times 10^{12}$ Ohm cm. Diese Werte sind von der Größenordnung des gewöhnlichen Glases ($0,76 \times 10^{12}$ Ohm cm nach Fousserau).

Um den hohen elektrischen Widerstand des Diamants besser ersichtlich zu machen, hat der Verf. auch Graphit untersucht. Er fand:

Graphit von Grönland	406×10^{-6}	Ohm cm
- - Cumberland	1835×10^{-6}	- -
- - Sibirien	1225×10^{-6}	- -

Man kann also den Graphit als gut leitenden Körper betrachten, während der Diamant ein Isolator ist.

Die Röntgenstrahlen bedingen eine Ermäßigung der elektrischen Widerstandes um die Hälfte; der ursprüngliche Wert tritt wieder ein, sobald die Wirkung der Röntgenstrahlen aufhört.

Messung der dielektrischen Constante. Diese Messung begegnete vielen Schwierigkeiten. Verf. teilt die Resultate von drei Messungsreihen mit, welche alle die zahlreichen bei 15° gefundenen Werte darstellen können.

$S \text{ cm}^2$	$d \text{ cm}$	$C \text{ mf}$	K
0,25	0,0715	300×10^{-5}	9,77
0,23	0,065	385×10^{-5}	12,12
0,78	0,072	159×10^{-7}	16,74

Der Wert $K = 16$ wurde viele Male gefunden. K hat also auch am Diamant, wie am Eis, Topas, Quarz, Turmalin einen größeren Wert als das Quadrat des Brechungsexponenten. Nach C. B. Thwing wäre die dielektrische Constante dem Producte des spec. Gewichts mit 2,6 gleich, am Diamant müßte dann $K = 9,10$ sein. Die größeren beobachteten Werte sollen nach Verf. vielleicht viele wichtige Fragen erklären. Es ist möglich, daß der feste Diamant die dielektrische Constante des flüssigen Zustandes bewahrt, wie es beim Wasser und Eis geschieht. Dies würde die Meinung bestätigen, daß der Diamant bei seiner Bildung durch den flüssigen Zustand hindurchgegangen ist. Der größere Wert von K kann aber auch durch das Vorhandensein von Wasserstoff in Form von Kohlenwasserstoffen erklärt werden.

Der Diamant besitzt in hohem Grade die Erscheinung eines Polarisationsrückstandes sowie die elektrostatische Hysteresis. Wenn man einen in symmetrischer Form geschnittenen Diamant in einem rotierenden elektrischen Felde suspendiert, so dreht sich der Diamant, und wird der Sinn des Feldes umgekehrt, so wird auch die Drehung des Diamants die entgegengesetzte. Verf. hat den durch elektrostatische Hysteresis bedingten Energieverlust gemessen; aus seinen Messungen geht hervor, daß er beim Diamant etwas kleiner als beim Glas und Ebonit ist.

Verf. hat gefunden, daß der Diamant nur selten Piezoelektricität zeigt; viel häufiger ist die Pyroelektricität, aber auch diese kann nicht als eine allgemeine Eigenschaft des Diamants betrachtet werden. Der Diamant ist nach Verf. schwach magnetisch. Wenn der Diamant wirklich bei seiner Bildung flüssig war, so könnten seine magnetischen Eigenschaften von den diamagnetischen Eigenschaften des Muttergesteins herrühren. Es wäre also ein Studium des Gesteins in diesem Sinne wichtig und wünschenswert.

Ref. F. Zambonini.

17. L. Bombicci († 1903 in Bologna): **Über die wahrscheinlichen Bildungsarten der Granatkrystalle** (Mem. d. R. Accad. d. Sc. Bologna 1902 (5), 9, 597—638).

Diese Arbeit enthält Betrachtungen über die bekannten Meinungen des Verf. über die chemische Constitution der Mineralien im allgemeinen und insbesondere von jenen der Granatgruppe.

Ref. F. Zambonini.

18. L. Brugnatelli (in Pavia): **Über ein neues Mineral aus den Amianthgruben des Lanternatales** (Rend. R. Istit. Lombardo di Sc. e Lett. Mailand 1902 (2^a), 35, 869—874).

Vor einigen Jahren (diese Zeitschr. 81, 54) hatte Verf. vorläufig ein vermutlich neues wasserhaltiges, basisches Magnesiumcarbonat beschrieben. Nun veröffentlicht derselbe eine Beschreibung von neu gefundenem Material, welches links des Weges nahe der letzten Grube oberhalb Francisa im Lanternatale gefunden wurde. Das Gestein, welches das Mineral enthält, besteht aus Olivin und Serpentin-Antigorit mit ziemlich großen Mengen Magnetit; es handelt sich also um einen veränderten Peridotit, welcher sich dem Dunit nähert, nur fehlt hier Spinell als ursprünglicher Gesteinsgemengteil.

Das Mineral kommt in ziemlich dichten Aggregaten von kleinen Prismen mit deutlicher Zonarstructur vor. Es bildet auch zum Teil die erdige, weiße Substanz, welche manchmal die amianthführenden Gesteine bedeckt.

Die chemische Analyse ergab die unter I. stehenden Zahlen:

	I.	II.
MgO	44,34	40,82
CO ₂	22,37	22,45
H ₂ O (Diff.)	36,29	36,73
	<hr/> 100,00	<hr/> 100,00

Die Bestimmung des Wassers geschah leider unvollständig; eine nicht beendigte Bestimmung gab 34,90, daher Verf. das Wasser aus der Differenz ermittelte. Die Zahlen unter II. sind aus der Formel $MgCO_3$, $Mg(OH)_2$, $3H_2O$ berechnet.

Spec. Gew. 2,028 bei 16° (mit Thoulet'scher Lösung); der früher beobachtete Wert war 2,013 bei 22°. Härte 2—3. Die Messungen der Prismen konnten nur sehr unvollständig ausgeführt werden.

Es scheint, daß die Krystalle monoklin und prismatisch nach *b* sind. Die Prismen zeigen immer gerade Auslöschung. Die Verlängerungsrichtung ist gewöhnlich positiv, nicht selten aber negativ, was durch die verschiedene optische Orientierung der Prismen verursacht ist. Die Ebene der optischen Axen ist zur Verlängerungsrichtung senkrecht, so daß diese Richtung mit *b* zusammenfällt;

die positiven Prismen zeigen eine optische Axe, etwa 40° geneigt, die negativen eine negative Bisetrix mit $2E$ größer als 90° .

Bei Anwendung von Flüssigkeiten mit bekannten Brechungsexponenten erhielt Verf. die Grenzen der Brechungsindices 1,49 und 1,55, so daß $\gamma - \alpha = 0,06$, β etwas kleiner als 1,537. Der mittlere Brechungsindex, aus der Formel $MgCO_3, MgO, 4H_2O$ berechnet, ist 1,5044. Es wäre also $\beta - \alpha > \gamma - \beta$, also das Mineral negativ; die Mittellinie, welche die Prismen mit negativer Verlängerungsrichtung zeigt, ist die spitze.

Das neue Mineral, welches noch nicht künstlich dargestellt wurde, ist vom Verf. Artinit benannt worden, zu Ehren von Prof. Ettore Artini in Mailand.

Ref. F. Zambonini.

19. G. Boeris (in Parma): Krystallographische Untersuchung einiger organischer Verbindungen (Atti della Soc. Ital. di Scienze Naturali ecc. in Milano 1902, 41, 29—47).

1. Hexahydrophthalsäure $C_6H_{10}(COOH)_2$.

Schmelzp. 221° . Dargestellt von Ciamician und Silber (Gazzetta chim. ital. 28, I, 438); schon von Muthmann (diese Zeitschr. 17, 73) untersucht. Krystalle aus Aceton.

Monoklin prismatisch.

$$a : b : c = 1,4602 : 1 : 0,4039; \beta = 81^\circ 34'.$$

Beobachtete Formen: $\{010\}$, $\{110\}$, $\{111\}$, $\{\bar{1}\bar{1}\bar{1}\}$, $\{\bar{3}\bar{1}\bar{1}\}$. Die Krystalle sind nach der Axe c prismatisch. Gewöhnlich hat man die Combination $\{110\}$ $\{111\}$ $\{\bar{3}\bar{1}\bar{1}\}$, manchmal ohne $\{111\}$. Ziemlich selten sind $\{\bar{1}\bar{1}\bar{1}\}$ und $\{010\}$. Häufig kommen Zwillinge nach $\{100\}$ vor, welche verschiedene Entwicklung der zwei Individuen zeigen.

	Gemessen:	Berechnet:
$(110) : (010) =$	$*34^\circ 42'$	—
$(110) : (111)$	$*60 \ 44$	—
$(\bar{1}\bar{1}\bar{1}) : (\bar{1}\bar{1}0)$	68 35	68 2
$(111) : (010)$	69 36	69 38
$(111) : (\bar{1}\bar{1}\bar{1})$	$*40 \ 44$	—
$(111) : (\bar{1}\bar{1}0)$	85 42	85 39
$(111) : (\bar{1}\bar{1}\bar{1})$	28 38	28 35
$(\bar{3}\bar{1}\bar{1}) : (\bar{3}\bar{1}\bar{1})$	36 41	36 47
$(\bar{3}\bar{1}\bar{1}) : (111)$	54 29	54 17
$(\bar{3}\bar{1}\bar{1}) : (\bar{1}\bar{1}0)$	55 46	55 31
$(\bar{3}\bar{1}\bar{1}) : (\bar{1}\bar{1}\bar{1})$	87 11	87 17
$(111) : (\bar{1}\bar{1}\bar{1})$	43 24	43 22
$(111) : (\bar{1}\bar{1}\bar{1})$	15 2	14 47

Spaltbarkeit nicht beobachtet.

Farblos. Ebene der optischen Axen senkrecht zur Symmetrieebene; die spitze Bisetrix bildet 21° mit der Kante $[001]$ im ebenen Winkel $[001] : [101]$ (Na-Licht).

Die mit Alkohol erhaltenen Aetzfiguren sind für alle vier Flächen des Prismas gleichgebildet und beweisen die Zugehörigkeit zur prismatischen Klasse des monoklinen Krystallsystems.

2. Brompernitrosocampher $C_{10}H_{15}BrN_2O_2$.

Schmelzp. 114° . Dargestellt von Angeli und Rimini (Gazz. chim. ital. 26, II, 45). Krystalle aus Essigsäureester und Petroleumäther.

Rhombisch. $a : b : c = 0,5501 : 1 : 0,9651$.

Beobachtete Formen: $\{010\}$, $\{001\}$, $\{110\}$, $\{011\}$, $\{101\}$, $\{111\}$. Die Krystalle aus Essigsäureester zeigen oft alle die erwähnten Formen mit den Pinakoiden gleich groß, selten ist $\{001\}$ kleiner als $\{010\}$. Aus Petroleumäther erhielt Verf. Krystalle nach a verlängert, mit den Formen $\{010\}$, $\{110\}$, $\{011\}$.

	Gemessen:	Berechnet:
$(110) : (010) =$	$*61^{\circ}11'$	—
$(010) : (011)$	$*46 \quad 1$	—
$(111) : (010)$	$64 \quad 28$	$64^{\circ}27'$
$(111) : (110)$	$26 \quad 34$	$26 \quad 32$
$(111) : (001)$	$63 \quad 28$	$63 \quad 28$
$(101) : (001)$	$60 \quad 18$	$60 \quad 19$
$(011) : (101)$	$69 \quad 13$	$69 \quad 8$

Keine Spaltbarkeit.

Farblos. Ebene der optischen Axen $\{010\}$, die spitze, positive Bisectrix senkrecht zu $\{001\}$. Dispersion klein; $\rho > \nu$, $2E_a = 99^{\circ}28'$ (Na).

3. Isobrompernitrosocampher $C_{10}H_{15}BrN_2O_2$.

Schmelzp. 67° . Dargestellt von Angeli und Rimini (a. a. O.). Krystalle aus Alkohol und Petroleumäther.

Rhombisch bisphenoidisch.

$a : b : c = 0,6456 : 1 : 0,7319$.

Beobachtete Formen: $\{010\}$, $\{110\}$, $\{120\}$, $\{101\}$, $\{111\}$, $\{1\bar{1}1\}$, $\{011\}$. Die Krystalle zeigen gewöhnlich $\{010\}$, $\{110\}$, $\{120\}$, $\{101\}$, $\{011\}$, $\{111\}$; manchmal kommen Krystalle nach a verlängert vor, welche nur $\{011\}$ und $\{101\}$ zeigen, oder auch mit vorherrschendem $\{101\}$ neben $\{010\}$, $\{120\}$ und $\{011\}$. Nur einmal wurden Krystalle mit $\{111\}$ und $\{1\bar{1}1\}$ erhalten.

	Gemessen:	Berechnet:
$(010) : (011) =$	$*53^{\circ}48'$	—
$(010) : (111)$	$*64 \quad 10$	—
$(101) : (10\bar{1})$	$82 \quad 51$	$82^{\circ}50'$
$(010) : (120)$	$37 \quad 40$	$37 \quad 46$
$(110) : (111)$	$36 \quad 37$	$36 \quad 32$
$(111) : (011)$	$42 \quad 17$	$42 \quad 27$
$(011) : (101)$	$57 \quad 38$	$57 \quad 44$
$(1\bar{1}1) : (0\bar{1}0)$	$64 \quad 10$	$64 \quad 10$
$(1\bar{1}1) : (1\bar{1}0)$	$36 \quad 35$	$36 \quad 32$

Keine Spaltbarkeit.

Farblos. Ebene der optischen Axen $\{100\}$; die spitze, positive Bisectrix senkrecht zu $\{001\}$; $\rho > \nu$. $2E_a = 69^{\circ}20'$ (Na).

Diese Substanz und die vorhergehende, isomere haben sehr ähnliche Winkel in der Zone $[10\bar{1}]$.

4. p-Oxybenzophenon $C_6H_5-CO-C_6H_4-OH$.Schmelzp. 134° . Krystalle aus Essigsäureester.Rhombisch. $a : b : c = 0,9182 : 1 : 1,2901$.

Beobachtete Formen: $\{100\}$, $\{201\}$, $\{101\}$, $\{001\}$, $\{111\}$. Die Krystalle sind nach $\{001\}$ tafelförmig und etwas nach b verlängert. Die erwähnten Formen kommen immer zusammen vor. Einige Flächen $\{0kl\}$ waren krumm und wurden nicht bestimmt.

	Gemessen:	Berechnet:
$(001) : (101) =$	$*54^{\circ}33\frac{1}{2}'$	—
$(111) : (001)$	$*62^{\circ}20'$	—
$(101) : (201)$	$15^{\circ}45'$	$15^{\circ}51\frac{1}{2}'$
$(111) : (100)$	$49^{\circ}19'$	$49^{\circ}17'$

Spaltbarkeit nach $\{100\}$.

Farblos. Ebene der optischen Axen $\{010\}$; spitze, negative Mittellinie senkrecht zu $\{100\}$; $\rho > \nu$. $2E_a = 96^{\circ}20' (Na)$.

5. Isapiolpikrat $C_{12}H_{14}O_4 \cdot C_6H_3N_3O_7$.

Schmelzp. 83° . Krystalle aus einer Mischung von gleichen Teilen Alkohol und Äther.

Monoklin. $a : b : c = 0,9163 : 1 : 0,4226$; $\beta = 89^{\circ}55'$.

Beobachtete Formen: $\{100\}$, $\{010\}$, $\{110\}$, $\{120\}$, $\{101\}$, $\{\bar{1}01\}$. Die Krystalle sind nach c prismatisch; aus der ersten Krystallisation wurden Krystalle erhalten, welche als Endflächen die Formen $\{101\}$ und $\{\bar{1}01\}$ gleich groß zeigten; durch Umkrystallisieren erhält man stets Krystalle mit nur $\{\bar{1}01\}$ oder, wenn auch $\{\bar{1}01\}$ anwesend, über letzteres vorherrschend. Manchmal kommen Kreuzzwillinge nach $\{\bar{1}01\}$ vor.

	Gemessen:	Berechnet:
$(100) : (110) =$	$*42^{\circ}30'$	—
$(101) : (\bar{1}01)$	$*49^{\circ}31'$	—
$(\bar{1}01) : (\bar{1}10)$	$*72^{\circ}4'$	—
$(120) : (010)$	$28^{\circ}30'$	$28^{\circ}37'$
$(110) : (010)$	$47^{\circ}31'$	$47^{\circ}30'$

Spaltbarkeit nach $\{110\}$.

Farbe granatrot. Ebene der optischen Axen senkrecht zu $\{010\}$; die spitzen Mittellinien fast senkrecht zu $\{\bar{1}01\}$.

6. Piperidinpikrat $C_6H_{11}N \cdot C_6H_3N_3O_7$.Schmelzp. $151^{\circ}-152^{\circ}$. Krystalle aus Essigsäureester.Triklin. $a : b : c = 1,3605 : 1 : 1,7378$. $\alpha = 92^{\circ}1'$; $\beta = 105^{\circ}19'$; $\gamma = 111^{\circ}19'$.

Beobachtete Formen: $\{100\}$, $\{010\}$, $\{\bar{1}\bar{1}0\}$, $\{011\}$, $\{0\bar{1}1\}$, $\{\bar{1}01\}$, $\{\bar{1}\bar{1}1\}$, $\{1\bar{1}1\}$. Die Krystalle sind nach b verlängert. Bald sind $\{100\}$ und $\{001\}$ gleich groß, bald herrscht die Basis über $\{100\}$ vor.

	Gemessen:	Berechnet:
$(100) : (010) =$	$*67^{\circ}15'$	—
$(100) : (001)$	$*72^{\circ}42'$	—
$(001) : (010)$	$*81^{\circ}36'$	—

	Gemessen:	Berechnet:
$(\bar{1}\bar{1}\bar{1}) : (\bar{1}00) =$	$*79^0 4'$	—
$(001) : (\bar{1}\bar{1}\bar{1})$	$*64 24$	—
$(100) : (\bar{1}\bar{1}0)$	67 53	$67^0 53'$
$(001) : (\bar{1}01)$	63 35	63 38
$(001) : (011)$	54 38	54 39
$(001) : (0\bar{1}\bar{1})$	67 33	67 30
$(1\bar{1}\bar{1}) : (001)$	57 17	57 20
$(\bar{1}\bar{1}\bar{1}) : (\bar{1}\bar{1}0)$	30 10	30 14
$(1\bar{1}0) : (\bar{1}\bar{1}\bar{1})$	28 4	28 2

Spaltbarkeit nach $\{001\}$.

Farbe gelb.

7. Naphtalinpikrat $C_{10}H_8 \cdot C_6H_3N_3O_7$.

Schmelzp. 149^0 . Krystalle aus Essigsäureester. Schon von Bodewig (diese Zeitschr. 8, 384) untersucht.

Monoklin. $a : b : c = 2,3582 : 1 : 4,1846$; $\beta = 83^0 12'$.

Beobachtete Formen: $\{101\}$, $\{001\}$, $\{\bar{1}02\}$, $\{\bar{1}01\}$, $\{110\}$, $\{\bar{1}\bar{1}2\}$, von welchen $\{\bar{1}02\}$ und $\{\bar{1}\bar{1}2\}$ neu sind. Die Krystalle sind immer mehr oder weniger nach b verlängert. Sie sind prismatisch durch die fast gleiche Entwicklung der drei Formen $\{101\}$, $\{001\}$, $\{\bar{1}01\}$ oder tafelförmig, wenn eine von diesen Formen, meistens $\{\bar{1}01\}$, vorherrscht. Häufig sind Zwillinge mit Drehungsaxe senkrecht zu $\{100\}$; manchmal handelt es sich um Juxtapositionszwillinge, an welchen die zwei Individuen bald gleiche, bald verschiedene Größe haben; seltener sind Penetrationszwillinge.

	Gemessen:	Berechnet:
$(001) : (101) =$	$*55^0 34'$	—
$(001) : (110)$	$*87 20$	—
$(110) : (\bar{1}\bar{1}0)$	$*46 15$	—
$(001) : (\bar{1}02)$	44 31	$44^0 33'$
$(001) : (\bar{1}01)$	65 36	65 51
$(001) : (\bar{1}\bar{1}2)$	67 58	68 22
$(10\bar{1}) : (110)$	70 17	70 19
$(1\bar{1}0) : (\bar{1}\bar{1}0)$	46 17	46 15
$(001) : (00\bar{1})$	13 28	13 36

Keine Spaltbarkeit.

Farbe gelb. Ebene der optischen Axen und spitze Bisectrix senkrecht zu $\{010\}$; die stumpfe Mittellinie bildet mit c einen Winkel von etwa 47^0 nach hinten (Na-Licht).

8. Hydrozimmersäure $C_6H_5-CH_2-CH_2-CO-OH$.

Schon von Fock (diese Zeitschr. 19, 452) unvollständig studiert. Schmelzpunkt 48^0 . Krystalle aus Ligroin.

Monoklin. $a : b : c = 1,6054 : 1 : 0,5552$; $\beta = 78^0 47'$.

Beobachtete Formen: $\{100\}$, $\{320\}$, $\{110\}$, $\{120\}$, $\{001\}$, $\{111\}$. Die Krystalle sind nach c verlängert und mehr oder weniger nach $\{100\}$ tafelförmig. An allen Krystallen kommt $\{120\}$ vor, selten ist $\{320\}$. Die Basis ist bald größer als $\{111\}$, bald sehr klein.

	Gemessen:	Berechnet:
$(100):(001) =$	$*78^{\circ}47'$	—
$(111):(100)$	$*64\ 17$	—
$(111):(\bar{1}\bar{1}1)$	$*51\ 52$	—
$(111):(110)$	$52\ 57$	$53^{\circ}0'$
$(100):(320)$	$46\ 17$	$46\ 24$
$(100):(120)$	$72\ 27$	$72\ 23$

Keine Spaltbarkeit.

Ebene der optischen Axen $\{010\}$; auf $\{100\}$ ist eine Axe am Rande sichtbar.

Ref.: F. Zambonini.

20. G. Boeris (in Parma): Titanit vom Berge Pian Real im Susatale (Atti della Società Ital. di Sc. Natur. ecc. in Milano 1902, 41, 357).

Der untersuchte Titanit bildet ziemlich große, rosafarbige Krystalle, welche von braunrotem Idokras, Chlorit und etwas Apatit begleitet sind. Sie zeigen die Formen $\{100\}$, $\{001\}$, $\{\bar{1}01\}$, $\{111\}$, $\{112\}$, $\{\bar{1}\bar{1}1\}$, $\{\bar{1}\bar{1}2\}$, $\{\bar{2}21\}$, $\{\bar{2}01\}$; letztere ist für Titanit neu. Die vorherrschenden Formen sind $\{111\}$, $\{112\}$ und $\{\bar{2}21\}$. Das neue Hemiorthodoma $\{\bar{2}01\}$ wurde an zwei Krystallen gefunden; es hatte kleine, aber glänzende Flächen.

$(\bar{2}01):(\bar{1}01) =$	$27^{\circ}33'$ gem.	$27^{\circ}37'$ ber. nach Des Cloizeaux
$(\bar{2}01):(\bar{1}\bar{1}2)$	$61\ 49$	$61\ 54$
$(\bar{2}01):(\bar{2}21)$	$36\ 47$	$36\ 59$
$(\bar{2}01):(\bar{1}\bar{1}1)$	$43\ 2$	$43\ 9$

Die Winkel der schon bekannten Formen sind in ziemlich guter Übereinstimmung mit jenen aus den Des Cloizeauxschen Constanten berechneten.

Ref.: F. Zambonini.

21. A. D'Achiaridi († in Pisa): Betrachtungen über das Krystallisationswasser (Atti della Società Toscana di Scienze Naturali. Memorie. Pisa 1902, 18, 15 S.).

Diese Arbeit enthält die Erwiderung auf Bemerkungen, welche Bombicci (siehe S. 103) zu des Verf. Guida e Corso d. Min. gemacht hatte, sowie eine zum Teil kritische Darstellung der wichtigsten Meinungen über das Krystallwasser.

Verf. bestreitet die Meinung, nach welcher die Salzhydrate als isomorphe Mischungen oder als Molekularverbindungen zu betrachten wären. Er bestreitet ferner die Unterscheidung zwischen Krystallisations- und Constitutionswasser, welche sich auf die Temperatur des Wasserverlustes gründet. Diese Unterscheidung ist nach dem Verf. eine zweifelhafte und nicht allgemeine, wie die Orthokieselsäure, welche ihre Constitutionswasser sehr leicht abgibt, beweist.

Aus verschiedenen Betrachtungen schließt Verf., daß das Krystallwasser in wenigen Fällen, wie z. B. bei den Zeolithen, als interponiertes Wasser betrachtet werden kann; in allen anderen Fällen ist es als Constitutionswasser anzunehmen. Wahrscheinlich kommen beide Arten von Wasser in einigen Verbindungen zusammen vor.

Die Arbeit endet mit der Darstellung einiger Grundsätze, welche nach dem Verf. die beiden Arten des Wassers unterscheiden lassen können.

Ref.: F. Zambonini.

22. E. Pollacci (in Pavia): **Qualitative und quantitative Analyse des Marmors von Carrara** (Gazzetta chimica ital. 1902, 32, 1, 83).

Verf. hat eine ausführliche Analyse des bekannten Marmors von Carrara ausgeführt. Die Resultate sind folgende:

CaO	553,8000
MgO	5,8910
Fe_2O_3	0,6834
Al_2O_3	0,5024
Na_2O	0,1334
$(NH_4)_2O$	0,1116
CO_2	136,9600
P_2O_5	0,9650
Cl	0,1580
SO_3	0,1800
N_2O_5	0,0025
N_2O_3	0,0004
SiO_2	0,0400
Organ. Substanz	0,0790
Verlust	0,2233
	1000,0000

Ref. muß bemerken, daß einige Bestandteile eine Bestätigung verdienen und daß Alfonso Cossa schon vor dreißig Jahren im Marmor von Carrara die seltenen Erden bestimmte.

Ref.: F. Zambonini.

23. G. Boeris (in Parma): **Krystallform des Benzopinakons $C_{26}H_{22}O_2$** (Ebenda 233).

Schmelzpunkt: 185° — 187° . Dargestellt von Ciamician und Silber.

Krystallsystem: Monoklin.

$$a:b:c = 2,886:1:2; \quad \beta = 87^{\circ} 5'.$$

Beobachtete Formen: $\{100\}$, $\{110\}$, $\{001\}$.

	Gemessen:	Berechnet:
$(110):(1\bar{1}0) =$	$38^{\circ} 16'$	—
$(100):(001)$	$87^{\circ} 5'$	—
$(001):(110)$	$89^{\circ} 7'$	$89^{\circ} 3'$

Spaltbarkeit nach $\{010\}$. Ebene der optischen Axen (010) .

Ref.: F. Zambonini.

24. C. Formenti (in Mailand): **Analysen von italienischen Bauxiten** (Gazzetta chimica ital. 1902, 32, I, 453).

Man hat jetzt auch in Italien ziemlich reiche Bauxitlager konstatiert, und zwar am Monte Turchio, nahe Lecce dei Marsi, in der Provinz Aquila. Der Bauxit war bis jetzt als ein Eisenerz betrachtet worden. Verf. hat sechs Analysen von den rosenfarbigen und roten Varietäten ausgeführt, bei Anwendung der wenig modifizierten, klassischen Methode von Deville.

	I.	II.	III.	IV.	V.	VI.
Glühverl.	11,36	10,29	11,38	13,30	12,72	11,37
SiO_2	3,14	3,22	4,97	2,85	3,05	3,86
TiO_2	3,19	2,80	2,14	2,55	2,44	2,24
P_2O_5	—	—	Spur	—	—	Spur
CO_2	Spur	Spur	—	Spur	Spur	—
SO_3	0,019	0,02	—	—	0,015	0,017
Korund	1,70	1,73	2,38	1,46	2,54	2,16
Al_2O_3	54,00	54,06	51,13	57,52	55,01	53,26
Fe_2O_3	26,00	27,70	27,19	21,68	24,29	26,74
CuO	0,60	0,61	0,80	0,20	0,58	0,59
MgO	0,46	0,48	0,75	0,39	0,25	0,39
MnO	Spur	Spur	Spur	Spur	Spur	Spur
	100,469	100,91	100,74	101,05	100,895	100,627

I. und IV. rosenfarbiger Bauxit, II. und V. roter Bauxit, III. Bauxiterde, VI. rosenfarbiger Bauxit mit Erde.

Spec. Gew. 3,10—3,40.

Ref.: F. Zambonini.

25. F. Zambonini (in Turin): Krystallform der zwei Isomeren Lactonsäuren, welche sich aus der Methyl-2-dimethyl-3-oxy-2,4-pentandisäure ableiten (Gazzetta chimica ital. 1902, 32, 1, 489).

Beide Säuren wurden von Prof. L. Balbiano (ebenda) dargestellt.

I. Dimethyl-3-methyl-2-pentan-2,5-olidsäure $C_8H_{12}O_4$.

Schmelzpunkt: 165°—166°. Krystalle aus Wasser.

Monoklin. $a:b:c = 0,54867:1:1,0863$; $\beta = 52^\circ 5' 30''$.

Beobachtete Formen: $c\{001\}$, $b\{010\}$, $m\{110\}$, $f\{011\}$, $e\{021\}$, $q\{221\}$, $o\{\bar{1}11\}$, $h\{\bar{1}12\}$. Es wurden fünf Combinationen bestimmt, nämlich: 1) $cbof$; 2) $cbmof$; 3) $cbmofe$; 4) $cbmoqhf$; 5) $cbmoqhfe$.

Die Krystalle haben je nach der fortschreitenden Eindunstung der Lösung verschiedenen Habitus. Die zuerst gebildeten sind nach c prismatisch, die Klinodomen sind sehr klein. Die später erhaltenen Krystalle sind nach $\{001\}$ tafelförmig und bilden zwei Typen. Der eine zeigt die Combination $cmofeb$; gewöhnlich herrscht o über m vor, nur selten sind m und o gleich groß. Im anderen Typus kommt m nicht vor und anstatt dessen q und h . Die Combination $cbof$ wurde nur an einigen Krystallen beobachtet, welche sich aus der Mutterlauge abgesetzt hatten, welche die andere isomere Säure geliefert hatte.

	Gemessen:	Berechnet:
$(021):(011)$	$= 19^\circ 1'$	$19^\circ 8\frac{1}{2}'$
$(001):(021)$	59 34	59 44 $\frac{1}{2}$
$:(011)$	40 36	40 36
$(010):(021)$	30 27	30 11 $\frac{1}{2}$
$:(011)$	49 24	49 24
$:(001)$	90 0	90 0
$:(110)$	66 35 $\frac{1}{2}$	66 35 $\frac{1}{2}$
$(110):(\bar{1}\bar{1}0)$	46 45 $\frac{1}{2}$	46 49
$(001):(\bar{2}21)$	46 4 $\frac{1}{2}$	46 4
$:(\bar{1}12)$	66 18	66 16

	Gemessen:	Berechnet:
$(001):(\bar{1}\bar{1}\bar{1}) = 83^{\circ} 41'$		$83^{\circ} 41\frac{1}{2}'$
$:(\bar{1}\bar{1}0)$	55 44	55 41
$(010):(\bar{1}\bar{1}\bar{1})$	61 29	61 28 $\frac{1}{2}$
$(\bar{1}\bar{1}\bar{1}):(\bar{1}\bar{1}\bar{1})$	57 0 $\frac{1}{2}$	57 3

II. Dimethyl-3-methyl-4-pentan-2,5-olidsäure.

Schmelzpunkt: 163° – 164° . Krystalle aus Wasser.

Monoklin. $a:b:c = 0,47994:1:1,2802$; $\beta = 83^{\circ} 38'$.

Beobachtete Formen: $b\{010\}$, $c\{001\}$, $m\{110\}$, $f\{011\}$, welche zwei Combinationen bilden: 1) bmf ; 2) $bmf c$.

Die Krystalle sind etwas nach b tafelförmig und nach der Axe c wenig verlängert.

	Gemessen:	Berechnet:
$(010):(\bar{1}\bar{1}0) = 64^{\circ} 30'$		—
$:(011)$	*38 10	—
$(011):(\bar{1}\bar{1}0)$	*66 24	—
$:(0\bar{1}\bar{1})$	103 41	103 40
$:(\bar{1}\bar{1}0)$	73 50	73 56 $\frac{1}{2}$

Ref.: F. Zambonini.

26. E. Scacchi (in Neapel): Krystallform der *p*-Oxybenzoesäure (Gazz. chimica ital. 1902, 32, II, 7).

Die Säure war von Piutti und Comanducci (ebenda) dargestellt. Sie war schon von Knop und E. Reusch krystallographisch untersucht. Verf. beobachtete die Formen $a\{100\}$, $c\{001\}$, $p\{120\}$, $r\{101\}$, $t\{122\}$. Die Krystalle sind nach a tafelförmig und nach c verlängert; manchmal nach c prismatisch.

Die neuen berechneten Constanten sind:

$$a:b:c = 1,37645:1:1,04037; \beta = 74^{\circ} 33'.$$

	Gemessen:	Berechnet:
$(100):(\bar{1}\bar{2}0) = 69^{\circ} 14'$		$69^{\circ} 21'$
$(120):(\bar{1}\bar{2}0)$	*41 18	—
$(100):(001)$	*74 33	—
$(100):(101)$	43 18	43 19
$(001):(101)$	*31 14	—
$(001):(\bar{1}\bar{2}0)$	84 11	84 36
$(100):(\bar{1}\bar{2}2)$	65 6	65 9
$(001):(\bar{1}\bar{2}2)$	44 13	44 6
$(122):(\bar{1}\bar{2}0)$	40 20	40 30
$(122):(\bar{1}\bar{2}0)$	62 10	62 22
$(120):(101)$	75 4	75 8

Spaltbarkeit nach $\{100\}$. Ebene der optischen Axen (010) .

Ref.: F. Zambonini.

27. G. La Valle (in Messina): Krystallform des Di-*p*-nitrobenzilycyanessigsäureesters $\text{CN} \cdot \text{C}(\text{CH}_2 \cdot \text{C}_6\text{H}_4 \cdot \text{NO}_2)_2 \cdot \text{COOC}_2\text{H}_5$ (Ebenda 359).

Dargestellt von G. Romeo (ebenda). Schmelzpunkt 164° – 165° . Krystalle aus Essigsäure.

Triklin. Beobachtete Formen: $\{110\}$, $\{\bar{1}10\}$, $\{001\}$. Die Krystalle sind nach $\{110\}$ oder $\{\bar{1}10\}$ tafelförmig.

$$\begin{array}{lcl} (110) : (\bar{1}10) & = & 46^{\circ} 40' \text{ gem.} \\ (001) : (110) & & 77 \text{ } 17 \text{ } - \\ & : (\bar{1}10) & 82 \text{ } 45 \text{ } - \end{array}$$

Ref.: F. Zambonini.

28. G. Boeris (in Parma): **Krystallform des Pikrats des β -Äthyl- β -N-Dimethyl- α -methylenindolins** $C_{13}H_{17}N \cdot C_6H_3N_3O_7$ (Gazzetta chimica ital. 1902, 32, II, 408).

Von G. Plancher (ebenda) dargestellt.

Krystalle aus Alkohol. Schmelzpunkt $123^{\circ} - 124^{\circ}$.

Monoklin. $a : b : c = 2,6202 : 1 : 1,3714$; $\beta = 85^{\circ} 26'$.

Beobachtete Formen: $\{100\}$, $\{\bar{1}01\}$, $\{011\}$, $\{111\}$, $\{\bar{1}\bar{1}1\}$.

	Gemessen:	Berechnet:
$(100) : (110) =$	$*69^{\circ} 3'$	—
$(\bar{1}00) : (\bar{1}01)$	$*66 \text{ } 0$	—
$(011) : (\bar{1}01)$	$*58 \text{ } 46$	—
$(100) : (111)$	$69 \text{ } 52$	$70^{\circ} 3'$
$(111) : (011)$	$16 \text{ } 32$	$16 \text{ } 55$
$(011) : (\bar{1}\bar{1}1)$	$17 \text{ } 53$	$17 \text{ } 24$
$(\bar{1}\bar{1}1) : (\bar{1}00)$	$75 \text{ } 25$	$75 \text{ } 18$
$(011) : (110)$	$39 \text{ } 31$	$39 \text{ } 36$
$(111) : (110)$	$33 \text{ } 37$	$33 \text{ } 49$
$(111) : (110)$	$34 \text{ } 35$	$34 \text{ } 51$

Ref.: F. Zambonini.

VII. Über morphotropische Beziehungen bei den in der Amino-Gruppe substituierten Nitro-Anilinen.

Von

F. M. Jaeger in Zaandam (Holland).

(Mit 24 Textfiguren.)

§ 1. Eine größere Zahl sowohl nitrierter als in der Amino-Gruppe substituierter Aniline kam vor einiger Zeit in meinen Besitz, namentlich durch freundliche Vermittlung der Herren Prof. Dr. P. van Romburgh in Utrecht und Prof. Dr. A. P. N. Franchimont in Leiden, welchen beiden Gelehrten ich hier für ihre Unterstützung meinen besten Dank entgegenbringe.

Diese Körper, welche durch ihren Farbenwechsel, durch ihr großes Krystallisationsvermögen und durch ihren starken Pleochroismus schon ziemlich interessant sind, zeigen nunmehr merkwürdige morphotropische Beziehungen, welche uns einen klareren Einblick in die formändernde Wirkung der Alkylreste gestatten, als vielleicht bisher je der Fall war, sowie auch deutlich die Rolle der Ortsvertauschung der Nitrogruppe im aromatischen Kerne. Es zeigt sich besonders die Differenz der morphotropischen Wirkung dieser Radicale, wenn der Substitutionsort ein anderer wird, und insbesondere die schwächere Wirkung der Alkylreste, wenn sie in der Amino-Gruppe, als im Kerne selbst stehen.

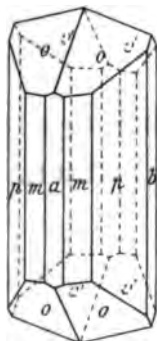
Dann sind hier weiter eigentümliche Fälle von Heteromorphie und Doppelverbindung stellungsisomerer Derivate aufgefunden worden, welche auch für den Krystallographen von Interesse sein dürften.

§ 2. Über Nitroderivate des Anilins.

1. Das o-Nitro-Anilin, mit dem Schmelzpunkte 72° C., wurde bisher in der Literatur noch nicht beschrieben. Es ist äußerst schwer, die Verbindung in meßbaren Krystallen zu bekommen wegen der großen Löslichkeit der Substanz in fast allen Lösungsmitteln.

Meistens fällt der Körper in krystallinischen Krusten aus, welche keine Isolierung der kleinen Nadelchen gestatten. Nach zahllosen Versuchen aber gelang es mir, die Verbindung aus einem Gemisch von Aceton, Ligroin und Tetrachlorkohlenstoff in prachtvollen, orangeroten und gut ausgebildeten Kryställchen zu bekommen.

Fig. 4.



Rhombisch-bipyramidal.

Das Axenverhältnis gestaltet sich zu:

$$a : b : c = 1,3667 : 1 : 1,1585.$$

Beobachtete Formen sind: $a\{100\}$, $p\{110\}$, $m\{210\}$, alle gleich stark entwickelt und ziemlich glänzend; $b\{010\}$ sehr schmal, aber gut meßbar; $o\{414\}$ gut entwickelt, ein wenig matt reflectierend; $r\{101\}$ bloß schwach angedeutet und nicht meßbar. Der Habitus ist langprismatisch nach der Verticalaxe.

	Gemessen:	Berechnet:
$b : p = (010) : (110) = 36^{\circ} 44\frac{1}{2}'$		—
$a : o = (100) : (414) = 50\ 51$		—
$p : m = (110) : (210) = 19\ 23$		$19^{\circ} 28'$
$m : a = (210) : (100) = 34\ 22$		$34\ 21$
$o : o = (414) : (414) = 78\ 18\frac{1}{2}$		$78\ 18$
$o : p = (414) : (110) = 57\ 4$		$56\ 51$
$o : m = (414) : (210) = 48\ 59$		$48\ 9$
$o : o = (414) : (414) = 25\ 19$		$25\ 14$
$o : b = (414) : (010) = 77\ 20\frac{1}{2}$		$77\ 23$

Eine deutliche Spaltbarkeit wurde nicht aufgefunden.

Auf a , m , p und b gerade Auslöschung; ein Axenaustritt war nicht zu beobachten.

Merklich pleochroitisch: auf m für Schwingungen parallel der c -Axe orange, für solche senkrecht dazu hochgelb.

Die Dichte beträgt 1,442 bei 15° C., das Äquiv.-Volum 95,70.

Topische Axen: $\chi : \psi : \omega = 5,3635 : 3,9245 : 4,5465$.

2. Das **m-Nitro-Anilin** ist schon von Calderon¹⁾ gemessen worden. Sein Präparat, welches den Schmelzpunkt von 110° C. aufweist, ist rhombisch-bipyramidal mit $a : b : c = 0,7450 : 1 : 0,7266$ und den Formen: $\{111\}$, $\{120\}$ und $\{140\}$. Der Habitus ist horizontal-prismatisch; die Spaltung erfolgt nach $\{100\}$, welche Fläche zugleich optische Axenebene ist. Nach Schröder²⁾ ist die Dichte 1,43.

1) Calderon, diese Zeitschr. 4, 233.

2) Schröder, Ber. d. d. chem. Ges. 12, 563.

Ich nehme nach Drehung des Krystalls um 90° um die Verticalaxe und nachheriger Vertauschung der a - und c -Axe, $o\{211\}$, $q\{012\}$, $s\{014\}$. Dann wird: $a : b : c = 1,9504 : 1 : 1,3422$. Die optische Orientierung fällt dann ebenfalls mit jener des p -Derivates zusammen.

Das mir zu Gebote stehende Präparat zeigte den Schmelzpunkt 144°C. ; die Farbe ist bräunlichgelb. Aus Aceton krystallisiert die Verbindung in merkwürdigen Kugelsectoren, deren Kegelmantel sehr glänzend ist, deren Kugelkappe aber immer rauh und matt erscheint. Obgleich der Kegelmantel öfters abgeplattet ist, sind constante Winkel daran nicht erkennbar. Offenbar liegen hier Teile von Sphärolithen vor; das Auftreten dieser typischen Gebilde ist in Aceton als Lösungsmittel eine ziemlich constante Erscheinung. Mittels einer Kaliumquecksilberjodidlösung ergibt sich die Dichte der Krystalle zu 1,398 bei 18°C. , das Äquivalentvolum mithin zu 98,74.

Die topischen Axen ergeben sich daher bei meiner Aufstellung zu:

$$\chi : \psi : \omega = 6,5402 : 3,3535 : 4,5008.$$

3. Das **p-Nitro-Anilin**, Schmelzpunkt 146°C. , ist von Bodewig¹⁾ gemessen worden. Es ist monoklin-prismatisch mit $a : b : c = 2,0350 : 1 : 1,4220$; $\beta = 88^\circ 40'$, und den Formen $\{111\}$, $\{110\}$, $\{011\}$, $\{101\}$, $\{104\}$. Der Habitus ist tafelig nach $\{104\}$ oder prismatisch nach der c -Axe. Spaltbar nach $\{104\}$; die optische Axenebene ist $\{010\}$. Die Dichte variiert nach Schröder²⁾ zwischen 1,415 bis 1,433.

Ich bestimmte an einem aus Aceton umkrystallisierten Präparate die Dichte mittels einer Schwebeflüssigkeit zu 1,437 bei 14°C. ; es ist daher $V = 96,03$, und die topischen Axen werden:

$$\chi : \psi : \omega = 6,5406 : 3,2444 : 4,5704.$$

4. Das **1-2-4-Dinitro-Anilin**, mit dem Schmelzpunkte 182°C. , ist schon früher von Schabus³⁾ gemessen und von ihm als monoklin-prismatisch erkannt worden, mit $a : b : c = 0,9913 : 1 : 0,6985$; $\beta = 85^\circ 41'$, und den Formen $\{111\}$, $\{101\}$, $\{100\}$ und $\{010\}$. Seine Krystalle waren tafelig nach $\{010\}$.

Die Spaltbarkeit der grüngelben Krystalle erfolgt nach $\{100\}$.

Die von mir aus heißem Aceton erhaltenen Krystalle stellten schwefelgelbe, nach $\{010\}$ dünn tafelige Blättchen dar. Sie zeigten bloß $b\{010\}$ vorherrschend, etwas trübe Reflexe liefernd; $a\{100\}$ stark glänzend, $o\{111\}$ gut ausgebildet. Die Krystalle sind etwas langgestreckt nach der Verticalaxe.

Fig. 2.



1) Bodewig, diese Zeitschr. 3, 384; Arzruni maß das corresp. Acetanilid, diese Zeitschr. 1, 444.

2) Schröder, Ber. d. d. chem. Ges. 12, 563.

3) Schabus, Kryst. Bestimm. an im Labor. erzeugt. Prod.

Die Messungen sind fast identisch mit denen von Schabus; auch die übrigen Angaben stimmen vollkommen überein.

Zum besseren Vergleiche mit dem p-Nitro-Anilin habe ich unter Beibehaltung der Symbole von a und b , $r\{101\}$ und $o\{212\}$ gewählt. Das Axenverhältnis wird dann:

$$a : b : c = 1,9826 : 1 : 1,4088; \beta = 85^\circ 2'$$

unter Zugrundelegung der eigenen Messungen.

Die Dichte bestimmte ich zu 1,645 bei 44°C. ; das Äquivalentvolum ist mithin 143,30 und die topischen Axen werden:

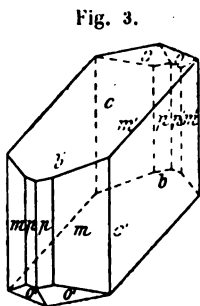
$$\chi : \psi : \omega = 6,8206 : 3,4403 : 4,8467.$$

Die Substanz zeigt Pleochroismus; citronengelb, orangegelb (auf $\{100\}$), grünlichgelb (auf $\{010\}$).

5. Das 1-2-4-6-Trinitro-Anilin, mit dem Schmelzpunkte 490°C. , kristallisiert aus einem Gemisch von Aceton, Äthylacetat und Alkohol, mit einer Spur Eisessig versetzt, in sehr glänzenden, leider nur rudimentär ausgebildeten, gelbbraunen Kryställchen, welche einen schönen violettblauen Schimmer zeigen. Die Winkelwerte an einzelnen Individuen schwanken nur unbedeutend.

Monoklin-prismatisch.

$$a : b : c = 1,6560 : 1 : 1,5208; \beta = 80^\circ 47\frac{1}{2}'.$$



Beobachtete Formen: $c\{001\}$ vorherrschend oder etwas kleiner, aber immer matte Reflexe liefernd; $b\{010\}$ stark entwickelt und glänzend, stets mit nur einer einzigen Fläche ausgebildet; $m\{110\}$ stark entwickelt und glänzend; $p\{210\}$ schmal, aber glänzend; $o\{212\}$ ziemlich scharf reflectierend, meist aber nur teilweise ausgebildet. Der Habitus ist vertical-prismatisch oder etwas nach der Klineaxe verlängert.

	Gemessen:	Berechnet:
$m : m = (110) : (\bar{1}10) =$	$*62^\circ 55'$	—
$m : c = (110) : (001)$	$*85^\circ 42\frac{1}{2}'$	—
$b : o = (010) : (\bar{2}12)$	$*60^\circ 43'$	—
$c : o = (001) : (\bar{2}12)$	49 58	$50^\circ 2'$
$m : b = (110) : (010)$	34 26	$34^\circ 27\frac{1}{2}'$
$p : c = (210) : (001)$	82 48	82 53
$p : p = (210) : (\bar{2}\bar{1}0)$	$78^\circ 33\frac{1}{2}'$	78 34
$m : p = (110) : (210)$	20 2	20 16
$m : o = (110) : (\bar{2}12)$	79 56	79 56
$o : o = (\bar{2}12) : (\bar{2}\bar{1}2)$	$57^\circ 58\frac{1}{2}'$	$58^\circ 34\frac{1}{2}'$
$o : p = (\bar{2}12) : (210)$	47 9	47 10
$o : m = (\bar{2}12) : (110)$	48 9 $\frac{1}{2}$	48 8 $\frac{1}{2}$

Eine deutliche Spaltbarkeit wurde nicht gefunden.

Auf {110} stark schiefe Auslöschung, nahe an 45° gegen die Verticalaxe.

Die Dichte beträgt 1,762 bei 44° C.; das Äquiv.-Vol. ist mithin 129,39 und die topischen Axen gestalten sich demnach zu: $\chi : \psi : \omega = 5,9343 : 3,8449 : 5,7975^1$).

§ 3. Was nun zunächst die morphotropische Beziehung dieser nitrirten Aniline betrifft, so sei hier auf den ganz deutlichen Zusammenhang dieser Körper hingewiesen.

4-2-Nitro-Anilin	$a : b : c = 1,3667 : 1 : 1,1585$; $\beta = 90^\circ 0'$
4-3- - -	$a : b : c = 1,9504 : 1 : 1,3422$; $\beta = 90^\circ 0$
4-4- - -	$a : b : c = 2,0350 : 1 : 1,4220$; $\beta = 88^\circ 40$
4-2-4-Dinitro-Anilin	$a : b : c = 1,9826 : 1 : 1,4088$; $\beta = 85^\circ 2$
4-2-4-6-Trinitro-Anilin	$a : b : c = 1,6560 : 1 : 1,5208$; $\beta = 80^\circ 47\frac{1}{2}$

und ebenso

4-2-Nitro-Anilin	$\chi : \psi : \omega = 5,3635 : 3,9245 : 4,5465$. Volum: 95,70.
4-3- - -	$\chi : \psi : \omega = 6,5402 : 3,3535 : 4,5008$. - 98,74.
4-4- - -	$\chi : \psi : \omega = 6,5406 : 3,2444 : 4,5704$. - 96,03.
4-2-4-Dinitro-Anilin	$\chi : \psi : \omega = 6,8206 : 3,4403 : 4,8467$. - 113,30.
4-2-4-6-Trinitro-Anilin	$\chi : \psi : \omega = 5,9343 : 3,8449 : 5,7975$. - 129,39.

Besonders auffallend ist die nahe Verwandtschaft der beiden stellungs-isomeren m- und p-Nitro-Aniline, eine Verwandtschaft, welche an Isodimorphie erinnert. Ich glaube aber nicht, daß eine solche hier vorliegt; die Schmelzcurve hat den gewöhnlichen Typus mit dem eutektischen Punkte nahe an dem niedriger schmelzenden Metaderivat; ein äquimolekulares Gemisch beider Componenten schmilzt bei 103° C. Freilich ist eine Isodimorphie bei dieser Gestalt der Curve noch nicht ausgeschlossen; eine weitere Untersuchung muß hier noch entscheiden.

Auch das o-Nitro-Anilin zeigt eine sehr große Analogie mit den zwei genannten Derivaten (vgl. $\psi : \omega$).

Das Ortho-Substitutionsderivat von 4-4-Nitro-Anilin steht dem Metaderivat näher als der Paraverbindung, namentlich in bezug auf die Größe der Axen; dagegen läßt die Symmetrie den Zusammenhang mit der Mutter-substanz deutlich erkennen.

Vergleicht man 4-4-Nitro-, 4-2-4-Dinitro-, 4-2-4-6-Trinitro-Anilin miteinander, dann ist ersichtlich, wie die Substitution der Nitro-Gruppe in

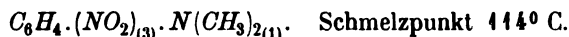
¹⁾ Wie ich ersehe, ist die Verbindung vor längerer Zeit schon von Friedländer unter dem Namen Pikramid beschrieben; vgl. diese Zeitschr. 3, 470. Die von Friedländer beobachteten Formen sind: m, p, c, o und {100}, {101}. In der Hauptsache stimmen beide Angaben gut überein.

Ortho-Stellung keine symmetrieändernde Wirkung ausgeübt hat, im Einklange mit den von Herrn Groth damals bewiesenen Regelmäßigkeiten der Nitro-Substitution.

Das Verhältnis $a:b$ wird mit successiver Einführung des Substituenten kontinuierlich verkleinert; dagegen ist die Änderung von $b:c$ von periodischem Charakter.

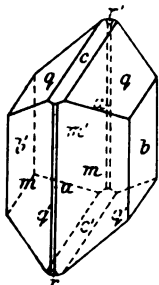
§ 4. Nitroderivate der in der Amino-Gruppe alkylierten Aniline.

1-3-Nitro-Dimethyl-Anilin



Aus Aceton + Benzol krystallisiert die Verbindung in prachtvollen, sehr großen, blutroten Krystallen, welche nach allen Seiten hin isometrisch ausgebildet sind. Die Reflexe sind sehr scharf. Die Substanz riecht angenehm nach Hyacinthen.

Fig. 4.



Monoklin-prismatisch.

$$a : b : c = 1,2237 : 1 : 1,0236; \quad \beta = 74^\circ 39\frac{1}{2}'.$$

Beobachtete Formen: $m\{320\}$ gut ausgebildet; $b\{010\}$ gleichfalls sehr breit; $q\{023\}$ ebenfalls stark entwickelt; $c\{001\}$ etwas schmaler als q ; $r\{302\}$ klein; $a\{100\}$ sehr schmal. Der Habitus ist isometrisch oder etwas verlängert nach der Klinodiagonale.

Gemessen:

	Jaeger:	Keith:	Berechnet:
$m : q = (320) : (023) =$	$59^\circ 6'$	$59^\circ 4'$	—
$q : b = (023) : (010)$	$56 39$	$56 48\frac{1}{2}$	—
$b : m = (010) : (320)$	$54 48\frac{1}{2}$	$51 51$	—
$m : m = (320) : (3\bar{2}0)$	$76 22\frac{1}{2}$	—	$76^\circ 23'$
$m : q = (320) : (02\bar{3})$	$80 37\frac{1}{2}$	$80 40\frac{1}{2}$	$80 26$
$q : c = (023) : (001)$	$33 21$	—	$33 21$
$m : c = (320) : (001)$	$77 43$	—	$78 0$
$m : a = (320) : (100)$	$38 42$	—	$38 44\frac{1}{2}$
$r : c = (\bar{3}02) : (001)$	$32 23$	—	$32 45$

Die Verbindung wurde schon von Keith¹⁾ gemessen und früher annähernd von Keller²⁾. Meine Bestimmungen sind mit denen des Herrn Keith identisch; meine Symbolik ist, wie hier gewählt, besser in Anschluß mit den übrigen hier untersuchten Derivaten.

1) Keith, Neues Jahrb. f. Min. usw. 1889, Beil.-Bd. 6, 177; Ref. diese Zeitschr. 19, 297.

2) Keller, Ber. d. d. chem. Gem. 19, 1944; das Präparat stammte von Staedel und Bauer; der Schmelzpunkt meiner, von Herrn Prof. van Romburgh in Utrecht synthetisch dargestellten Verbindung ist höher als in der Literatur angegeben ist.

Die Krystalle von Keith waren aus Äther + Alkohol erhalten und etwas mehr nach der c -Axe gestreckt; $\{101\}$ und $\{111\}$ selten, $\{001\}$ nur an kleineren Krystallen vorhanden.

Der Einfluß des Lösungsmittels auf den Habitus der Krystalle ist in unserem Falle ganz auffällig.

Ich bestimmte die Axenebene als $\{010\}$; geneigte, sehr starke Dispersion mit $\varrho > \nu$; nur die grünen und roten Isochromaten sind erkennbar; die Doppelbrechung ist negativ; die erste Mittellinie macht im stumpfen Winkel $a:c$ $76^\circ 45'$ mit der Verticalaxe.

Stark pleochroitisch: auf $\{001\}$ für Schwingungen parallel der a -Axe ist die Farbe gelb, für solche senkrecht dazu carmoisinrot; auf $\{010\}$ für solche parallel der c -Axe orange, senkrecht dazu gelb. Mit Cedernöl als Immersionsflüssigkeit tritt eine optische Axe fast senkrecht auf $\{001\}$ aus.

Die Dichte beträgt 1,343 bei 17°C. , das Äquiv.-Volum 126,43.

Topische Axen: $\chi:\psi:\omega = 5,7670:4,7126:4,8238$.

1-2-4-Dinitro-Monomethyl-Anilin¹⁾

$\text{C}_6\text{H}_3(\text{NO}_2)_{(1)}(\text{NO}_2)_{(2)}(\text{NH}\cdot\text{CH}_3)_{(1)}$. Schmelzpunkt 178°C.

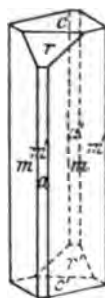
Die Verbindung, welche ich freundlichst von Herrn Prof. Franchimont in Leiden erhielt, krystallisiert aus Aceton in kleinen, hochgelben, dickprismatischen Säulchen. Der Habitus ist gestreckt nach der Verticalaxe.

Monoklin-prismatisch.

$a:b:c = 1,2286:1:0,9707$; $\beta = 83^\circ 28'$.

Beobachtete Formen: $m\{110\}$ vorherrschend und sehr glänzend, oft parallel $m:c$ fein gestreift; $a\{100\}$ sehr schmal, meist nur mit einer einzelnen Fläche anwesend; $r\{101\}$ sehr glänzend, geradezu ideal reflectierend; $c\{001\}$ fast ebenso groß als r , aber matte Reflexe liefernd.

Fig. 3.



	Gemessen:	Berechnet:
$m:r = (110):(101) =$	$64^\circ 50'$	—
$m:m = (110):(\bar{1}\bar{1}0)$	$101^\circ 21'$	—
$c:r = (001):(101)$	$35^\circ 37'$	—
$a:c = (100):(001)$	$83^\circ 16'$	$83^\circ 28'$
$m:m = (110):(\bar{1}\bar{1}0)$	$78^\circ 38'$	$78^\circ 39'$
$a:r = (100):(101)$	$47^\circ 38'$	$47^\circ 29'$
$m:a = (110):(100)$	$50^\circ 43'$	$50^\circ 40\frac{1}{2}'$
$m:c = (110):(001)$	$85^\circ 37'$	$85^\circ 52'$

Sehr vollkommen spaltbar nach r ; Spaltfläche sehr glänzend.

¹⁾ van Romburgh, Recueil Trav. Chim. Pays-Bas 1889, 8, 250.

Auf c parallele Auslöschung; auf m unter ca. 55° gegen die Vertical-axe. Schwach pleochroistisch: auf m für Schwingungen parallel der c -Axe hellgelb mit einem Stich ins grünliche; senkrecht dazu hochgelb; in der Richtung der gegen 55° geneigten Elasticitätsaxe ist die Farbe am dunkelsten.

Dichte 1,573 bei 17° C.; Äquiv.-Volum 125,24.

Topische Axen: $\chi : \psi : \omega = 5,8090 : 4,7284 : 4,5897$.

Anm. Ein aus der entsprechenden Dimethylverbindung mittels CrO_3 hergestelltes Präparat war vollkommen identisch mit oben beschriebener Verbindung. Aus Äthylacetat + Alkohol krystallisiert der Körper in analogen Säulen wie oben, nur mit m und c ; auch hier war r eine sehr glänzende Spaltungsfläche.

1-2-4-Dinitro-Dimethyl-Anilin

$C_6H_3.(NO_2)_{(4)}.N(CH_3)_{(2)}$ Schmelzpunkt 87° C.

Die Verbindung ist 1882 von Franchimont¹⁾ gemessen worden und als rhombisch-bipyramidal bestimmt mit oft nur teilweiser und unvollständiger Ausbildung einiger Formen; $a : b : c = 0,6077 : 1 : 0,3604$; Formen: $\{100\}$, $\{010\}$, $\{110\}$, $\{210\}$, $\{011\}$, $\{031\}$, $\{111\}$ und $\{121\}$; $\{110\}$ ist fein vertical gestreift und tritt als Zwillingsfläche auf. Die optische Axenebene ist $\{001\}$; die erste, negative Mittellinie ist senkrecht zu $\{100\}$; Dispersion $\rho < \nu$.

Zum Zwecke der Vergleichung nehme ich die oben genannten Formen in gleicher Reihenfolge als: $\{100\}$, $\{010\}$, $\{210\}$, $\{110\}$, $\{011\}$, $\{211\}$ und $\{221\}$. Es wird dann:

$$a : b : c = 1,2154 : 1 : 1,0803.$$

Die Dichte bestimmte ich an einigen, mir von Herrn Franchimont freundlichst überlassenen Krystallen zu 1,476 bei 17° C., das Äquiv.-Volum ist mithin 142,95 und die topischen Axen sind:

$$\chi : \psi : \omega = 5,8035 : 4,7750 : 5,1583.$$

1-3-4-Dinitro-Dimethyl-Anilin.

Fig. 6.

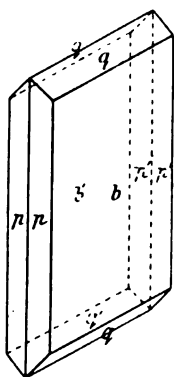
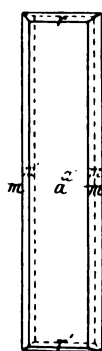
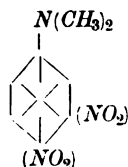


Fig. 7.



Chemische Structur:



Schmelzpunkt 176° C.

Aus Aceton + Ligroin entstehen neben platten Nadeln wie Fig. 6 auch sehr dünne, hellgelbe Blättchen von rechteckigem Umriss, welche in Fig. 7 dargestellt sind.

Aus den meisten anderen Lösungsmitteln — und in viel dickeren Säulen aus

¹⁾ Franchimont, Archives Néerland, 1882, 16.

einem Gemisch von Benzol + Ligroin — entstehen langprismatische Krystalle meist mit hohlen oder gänzlich fehlenden Endflächen. Die Combination ist in diesen Fällen durchaus von der vorigen verschieden, so daß man im ersten Augenblicke meint, zwei verschiedene Modificationen vor sich zu haben. Die beiden Arten von Krystallen sind aber auf dieselben Elementarparameter zurückzuführen.

Rhombisch-bipyramidal.

$$a : b : c = 4,2230 : 4 : 4,0848.$$

Die beobachteten Combinationen sind:

Aus Aceton + Ligroin: $b\{040\}$ stark vorherrschend und prachtvoll reflektierend; $p\{440\}$ und $q\{044\}$ schmal, aber glänzend; $a\{400\}$ nur angedeutet.

Aus Benzol + Ligroin: $a\{400\}$ vorherrschend und fein vertical gestreift; $m\{440\}$ glänzend; $r\{402\}$ meist nur mit einer Fläche vorhanden, welche dann hohl oder nur rudimentär ausgebildet ist. Die Reflexe sind auf dieser Fläche sehr lichtschwach.

	Gemessen:	Berechnet:
$b : p = (040) : (440) =$	$73^{\circ} 41'$	—
$b : q = (040) : (044)$	$42 45$	—
$q : q = (044) : (0\bar{4}4)$	$94 28$	$94^{\circ} 30'$
$p : a = (440) : (400)$	$46 59$	$46 58\frac{1}{2}$
$p : p = (440) : (4\bar{4}0)$	$33 58$	$33 57$
$a : m = (400) : (440)$	$50 46$	$50 43\frac{2}{3}$
$a : r = (400) : (402)$	$64 48$ (circa)	$64 35\frac{1}{2}$
$m : m = (440) : (4\bar{4}0)$	$78 28$	$78 32\frac{2}{3}$
$p : q = (440) : (044)$	$77 39$	$77 37$
$m : r = (440) : (402)$	—	$72 29\frac{1}{3}$

Eine gute Spaltbarkeit besteht nach m , eine deutliche parallel b .

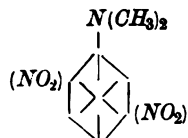
Auf a , b und m parallele Auslöschung; Axenaustritt war nicht zu beobachten. Pleochroitisch: auf a für Schwingungen \parallel Verticalaxe hellgelb, für solche senkrecht dazu orange gelb, auf b war der Pleochroismus fast gleich Null (hellgelb).

Die Dichte beträgt 4,423 bei 16° C., das Äquiv.-Volum 448,28.

Topische Axen: $\chi : \psi : \omega = 5,8964 : 4,8212 : 5,2457$.

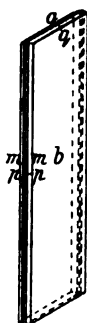
1-8-6-Dinitro-Dimethyl-Anilin.

Chemische Structur:



Schmelzpunkt 112° C.

Fig. 8.



Aus Alkohol krystallisiert die Verbindung in dunkelroten, flachen Nadeln von rechteckigem Umriss; die Endflächen fehlen meistens. Aus einem Gemisch von Äthylacetat, Aceton und Äther erhielt ich analoge Nadeln, welche aber obendrein noch ein rudimentär ausgebildetes Lateraldoma zeigten.

Rhombisch-bipyramidal.

$$a : b : c = 1,0584 : 1 : 1,0578.$$

Beobachtete Formen: $b\{010\}$ stark vorherrschend und sehr fein vertical gestreift; $m\{110\}$ gut entwickelt und glänzend, ebenfalls vertical gestreift; $p\{310\}$ schmal, aber sehr deutlich; $q\{016\}$ lichtschwach und rudimentär; die Schwankungen der Winkelwerte der Zone $q:b$ sind nicht unbeträchtlich.

Aus Alkohol krystallisiert ist b vorherrschend, p sehr gut entwickelt und m schmal, dann noch $c\{001\}$ ganz rudimentär.

	Gemessen:	Berechnet:
$b : q = (010) : (016) =$	$80^{\circ} 0'$	—
$b : m = (010) : (110) =$	$43^{\circ} 22\frac{1}{2}'$	—
$m : p = (110) : (310) =$	$26^{\circ} 58'$	$27^{\circ} 11'$
$p : p = (310) : (3\bar{1}0) =$	$39^{\circ} 20'$	$38^{\circ} 53'$
$q : q = (016) : (0\bar{1}6) =$	$20^{\circ} 0'$	$20^{\circ} 0'$

Spaltbar nach c .

Auf $\{010\}$ parallele Auslöschung, sowie auch auf $\{110\}$. Schwach pleochroitisch: für Schwingungen parallel der Verticalaxe auf $\{310\}$ orangerot, für solche senkrecht dazu blutrot. Auf $\{010\}$ wurden der rhombischen Symmetrie entsprechende, bilateral-symmetrische, achteckige Ätzfiguren beobachtet.

Die Dichte beträgt 1,395 bei 18° C., das Äquiv.-Volum 151,26.

Die topischen Axen gestalten sich demnach zu:

$$\chi : \psi : \omega = 5,4309 : 5,3290 : 5,4279.$$

1-2-3-4-Trinitro-Dimethyl-Anilin.

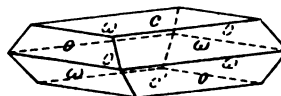
$C_6H_2 \cdot (NO_2)_{(4)} \cdot (NO_2)_{(3)} \cdot NO_2)_{(2)} \cdot N(CH_3)_2)_{(1)}$. Schmelzpunkt 154° C.

Aus Aceton oder Benzol krystallisiert die Verbindung in großen, orangefarbigem, durchsichtigen Krystallen, welche sehr scharfe Reflexe liefern.

Rhombisch-bisphenoidisch.

$$a : b : c = 1,2936 : 1 : 1,3834.$$

Fig. 9.



Beobachtete Formen: $c\{001\}$ stark vorherrschend; $o\{\bar{1}\bar{2}1\}$ und $\omega\{423\}$ breit entwickelt; $q\{021\}$ gut entwickelt; $s\{\bar{2}\bar{2}1\}$ sehr schmal. Die Krystalle sind entweder tafelig nach c oder langgestreckt parallel einer Kante $o:c$.

	Gemessen:	Berechnet:
$c : o = (001) : (\bar{1}\bar{2}1) =$	$*78^{\circ}53\frac{1}{2}'$	—
$c : q = (001) : (021) =$	$*70 \ 7\frac{1}{2}$	—
$o : q = (\bar{1}\bar{2}1) : (021) =$	$55 \ 35\frac{1}{2}$	$55^{\circ}28\frac{1}{2}'$
$o : s = (\bar{1}\bar{2}1) : (\bar{2}\bar{2}1) =$	$49 \ 55 \text{ ca.}$	$49 \ 52\frac{1}{2}$
$\omega : q = (\bar{1}\bar{2}3) : (021) =$	$74 \ 30$	$74 \ 28$
$o : \omega = (\bar{1}\bar{2}\bar{1}) : (\bar{1}\bar{2}3) =$	$44 \ 33$	$44 \ 36\frac{1}{2}$
$c : \omega = (001) : (423) =$	$59 \ 32\frac{1}{2}$	$59 \ 30$
$q : q = (021) : (02\bar{1}) =$	$39 \ 42$	$39 \ 45$

Vielleicht ist noch eine Form $s'\{2\bar{2}1\}$ anwesend.

Undeutlich spaltbar nach $\{001\}$.

Die Axenebene ist $\{100\}$; die erste Mittellinie steht senkrecht auf $\{001\}$; starke, rhombische Dispersion mit $\rho > \nu$; in Cedernöl ist der Axenwinkel circa 50°. Kein deutlicher Pleochroismus.

Die Dichte beträgt 1,551 bei 17° C., das Äquiv.-Volum ist demnach = 165,05.

Die topischen Axen sind:

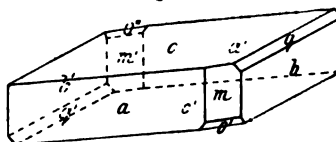
$$\chi : \psi : \omega = 5,8455 : 4,5184 : 6,2493.$$

1-3-4-6-Trinitro-Dimethyl-Anilin

$C_6H_2 \cdot (NO_2)_{(6)} \cdot (NO_2)_{(4)} \cdot (NO_2)_{(3)} \cdot N(CH_3)_2)_{(1)}$. Schmelzpunkt 196° C.

Aus einem Gemisch von Aceton + Benzol krystallisiert die Verbindung in großen, glasglänzenden, prachtvoll ausgebildeten, hell zinnoberroten Krystallen, welche sehr scharfe Reflexe liefern und ziemlich constante Winkelwerte aufweisen.

Fig. 10.



Triklin-pinakoidal.

$$a : b : c = 1,4384 : 1 : 1,0942.$$

$$\alpha = 84^{\circ}30' \quad A = 84^{\circ}31'$$

$$\beta = 90 \quad B = 92 \quad 44$$

$$\gamma = 72 \quad 17\frac{1}{2} \quad C = 72 \quad 5\frac{1}{2}$$

Beobachtete Formen: $a\{100\}$ glänzend und breit; $b\{010\}$ glänzend, bisweilen vorherrschend; $c\{001\}$ gewöhnlich vorherrschend, immer sehr breit und glänzend; $q\{011\}$ gut entwickelt; $m\{210\}$ ebenso; $o'\{21\bar{1}\}$ schmal oder klein, sehr gut messbar. Der Habitus ist entweder nach der b -Axe gestreckt oder dünntafelig nach $\{010\}$.

	Gemessen:	Berechnet:
$b : c = (010) : (001) =$	$*98^{\circ}55\frac{1}{2}'$	—
$c' : a = (00\bar{1}) : (100)$	$*92 \quad 44$	—
$a' : b = (\bar{1}00) : (010)$	$*72 \quad 5\frac{1}{2}$	—
$b : q = (010) : (011)$	$*44 \quad 56$	—
$b : m = (010) : (210)$	$*74 \quad 46$	—
$q : c = (011) : (001)$	$53 \quad 59$	$53^{\circ}59\frac{1}{2}'$
$a : m = (100) : (210)$	$33 \quad 33$	$33 \quad 38\frac{1}{2}$
$c : m = (001) : (210)$	$87 \quad 24$	$87 \quad 35\frac{1}{2}$
$c : o' = (001) : (21\bar{1})$	$64 \quad 25$	$64 \quad 7\frac{1}{2}$
$o' : m = (21\bar{1}) : (210)$	$34 \quad 28\frac{1}{2}$	$34 \quad 47$
$q : a = (011) : (100)$	$77 \quad 47$	$77 \quad 25\frac{1}{2}$

Vollkommen spaltbar nach $\{010\}$ und $\{001\}$.

Stark pleochroistisch: für Schwingungen parallel der Kante $(010):(001)$ auf c orangerot, für solche senkrecht dazu orangegelb; auf $\{100\}$ ebenso orangegelb für Schwingungen senkrecht zu $(100):(001)$, für solche senkrecht dazu citronengelb; auf $\{210\}$ parallel der c -Axe gelborange, senkrecht dazu orange; auf $\{010\}$ für Schwingungen parallel der Verticalaxe orange, senkrecht dazu orangerot.

Auf $\{001\}$ ist die Auslöschung fast genau senkrecht zur Kante $(001):(100)$; auf $\{100\}$ aber ist die Schiefe derselben zur Kante $a : c$ gleich $50^{\circ}15'$, auf $\{010\}$ circa $46^{\circ}30'$ und auf $\{110\}$ circa $6'$ gegen die Verticalaxe. Ein Axenaustritt war nicht erkennbar.

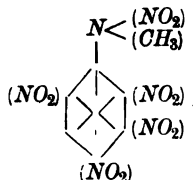
Die Dichte beträgt 4,585 bei 17°C. , das Äquiv.-Volum 461,54.

Die topischen Axen sind:

$$\chi : \psi : \omega = 5,8853 : 5,1700 : 5,6404.$$

1-2-3-4-6-Tetranitro-Monomethyl-Nitro-Anilin.

Chemische Structur:



Schmelzpunkt 146° C.

Der Körper krystallisiert aus Aceton oder aus einem Gemisch von Aceton und Ligroin in sehr kleinen, mangelhaft reflectierenden, aber ziemlich gut ausgebildeten, schmutzig weingelben oder fast farblosen Kryställchen, welche entweder kurzprismatisch oder dünntafelig erscheinen.

Monoklin-prismatisch.

$$a : b : c = 1,6686 : 1 : 1,4712; \quad \beta = 76^\circ 37'.$$

Beobachtete Formen: $a\{100\}$ glänzend und stark ausgebildet, auch bisweilen etwas schmaler; $m\{110\}$ gut entwickelt wie auch $q\{011\}$; $c\{001\}$ klein und untergeordnet.

	Gemessen:	Berechnet:
$a : m = (100) : (110) =$	$58^\circ 22'$	—
$m : q = (110) : (011)$	$39^\circ 52\frac{1}{2}'$	—
$q : q = (011) : (0\bar{1}1)$	$410^\circ 7'$	—
$m : m = (110) : (\bar{1}10)$	$63^\circ 46'$	$63^\circ 46'$
$a : c = (100) : (001)$	$76^\circ 55 \text{ ca.}$	$76^\circ 37'$
$m : q = (\bar{1}10) : (011)$	—	$51^\circ 4'$

Die Messungen an einzelnen Individuen sind beträchtlich schwankend; der Bau der Krystalle ist obendrein schlecht; dieselben zeigen größere geometrische Anomalien in derselben Zone. Daher sind die Bestimmungen nur approximativ.

Die Auslöschung auf $\{100\}$ ist senkrecht und parallel der Verticalaxe orientiert; auf den Flächen von m ist die symmetrische Auslöschungsrichtung gegen circa 44° gegen die Verticalaxe geneigt. Es wurde kein Axenaustritt beobachtet.

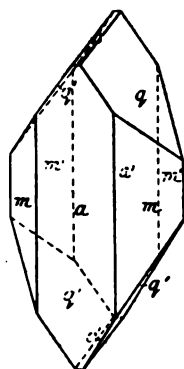
Die Verbindung ist nicht merklich pleochroitisch.

Die Dichte beträgt 1,754 bei 18°C. , das Äquiv.-Volum 189,71.

Topische Axen: $\chi : \psi : \omega = 7,1730 : 4,2987 : 6,3243$.

Wählt man aber einen Winkel β ganz nahe an 90° , dann muß man $\beta = 89^\circ 21\frac{1}{3}'$ nehmen; es wird dann: $a : b : c = 1,6235 : 1 : 1,4712$ und es werden: $c\{104\}$, $q\{144\}$, $a\{100\}$, $m\{110\}$; die topischen Axenschnitte gestalten sich in diesem Falle zu: $\chi : \psi : \omega = 6,9789 : 4,2987 : 6,3243$.

Fig. 44.



Diese zweite Aufstellung ist zum besseren Vergleiche mit den übrigen Derivaten mehr geeignet.

§ 5. Der Zusammenhang dieser nitrierten Methylderivate des Anilins ergibt sich aus der folgenden Zusammenstellung der diesbezüglichen Parameter.

1-3-Nitrodimethyl-Anilin	$a : b : c = 1,2237 : 1 : 1,0236 ;$ $\beta = 74^{\circ} 39\frac{1}{2}'$
1-2-4-Dinitromonomethyl-Anilin	$a : b : c = 1,2286 : 1 : 0,9707 ;$ $\beta = 83^{\circ} 28'$
1-2-4-Dinitrodimethyl-Anilin	$a : b : c = 1,2154 : 1 : 1,0803 ;$ $\beta = 90^{\circ}$
1-3-4-Dinitrodimethyl-Anilin	$a : b : c = 1,2230 : 1 : 1,0818 ;$ $\beta = 90^{\circ}$
1-2-3-4-Trinitrodimethyl-Anilin	$a : b : c = 1,2936 : 1 : 1,3834 ;$ $\beta = 90^{\circ}$
1-3-6-Dinitrodimethyl-Anilin	$a : b : c = 1,0584 : 1 : 1,0578 ;$ $\beta = 90^{\circ}$
1-3-4-6-Trinitrodimethyl-Anilin	$a : b : c = 1,1384 : 1 : 1,0910 ;$ $\beta = 90^{\circ} 1' \quad \left\{ \begin{array}{l} \gamma = 72^{\circ} 17' \\ \alpha = 98 \quad 30 \end{array} \right.$
1-2-3-4-6-Tetranitrodimethyl-Nitranilin	$a : b : c = 1,6686 : 1 : 1,4712 ;$ $\beta = 76^{\circ} 37'$

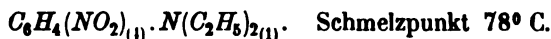
und auch in den topischen Axenschnitten:

1-3-Nitrodimethyl-Anilin	$\chi : \psi : \omega = 5,7670 : 4,7126 : 4,8238.$ Volum: 126,43
1-2-4-Dinitromonomethyl-Anilin	$\chi : \psi : \omega = 5,8090 : 4,7281 : 4,5897.$ Volum: 125,24
1-2-4-Dinitrodimethyl-Anilin	$\chi : \psi : \omega = 5,8035 : 4,7750 : 5,1583.$ Volum: 142,95
1-3-4-Dinitrodimethyl-Anilin	$\chi : \psi : \omega = 5,8964 : 4,8212 : 5,2157.$ Volum: 148,28
1-2-3-4-Trinitrodimethyl-Anilin	$\chi : \psi : \omega = 5,8455 : 4,5184 : 6,2493.$ Volum: 165,05
1-3-6-Dinitrodimethyl-Anilin	$\chi : \psi : \omega = 5,4309 : 5,3290 : 5,4279.$ Volum: 151,26
1-3-4-6-Trinitrodimethyl-Anilin	$\chi : \psi : \omega = 5,8853 : 5,1700 : 5,6404.$ Volum: 161,51
1-2-3-4-6-Tetranitrodimethyl-Nitranilin	$\chi : \psi : \omega = 6,9789 : 4,2987 : 6,3243.$ Volum: 189,71.

Die morphotropische Beziehung ergibt sich ohne weiteres aus diesen Daten. Auf die Volumverhältnisse komme ich später zurück.

§ 6.

1-4-Nitro-Diäthyl-Anilin



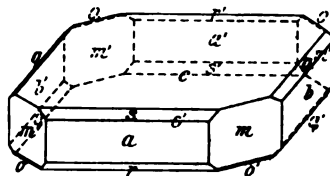
Aus Alkohol krystallisiert die Verbindung in großen, schwefelgelben, nach der Basis abgeplatteten Krystallen mit fast quadratischem Umriss.

Monoklin-prismatisch.

$$a : b : c = 1,0342 : 1 : 1,9788;$$

$$\beta = 80^\circ 34'.$$

Fig. 42.



Beobachtete Formen: $c\{001\}$ stark vorherrschend; $a\{100\}$ und $b\{010\}$ ungefähr gleich stark ausgebildet; $m\{110\}$ gut entwickelt; $s\{102\}$ schmal, aber gut meßbar; $q\{012\}$ schmal; $o\{112\}$ klein, aber glänzend; die Form b spiegelt am besten, dann folgen c , a , m .

Die Substanz wurde früher schon von Schrauf¹⁾ gemessen; obgleich seine Messungen genau mit den meinigen übereinstimmen, war die Ausbildung seiner Krystalle eine andere; sie waren nach der Orthodiagonale gestreckt, mit c , a , m und $r'\{102\}$.

	Gemessen:		Berechnet:
	Jaeger:	Schrauf:	Jaeger:
$a : c = (100) : (001) =$	$80^\circ 34'$	$80^\circ 33'$	—
$m : a = (110) : (100)$	$45^\circ 33\frac{1}{2}'$	$45^\circ 34'$	—
$c : q = (001) : (012)$	$44^\circ 18'$	—	—
$c : m = (001) : (110)$	$83^\circ 33'$	—	$83^\circ 29'$
$c : s = (001) : (102)$	$39^\circ 20\frac{1}{2}'$	—	$39^\circ 12\frac{1}{2}'$
$c : o = (001) : (112)$	$58^\circ 14'$	—	$58^\circ 9\frac{1}{2}'$
$m : o = (110) : (112)$	$38^\circ 17'$	—	$38^\circ 24\frac{1}{2}'$
$a : r' = (100) : (102)$	—	$54^\circ 6'$	$54^\circ 13'$

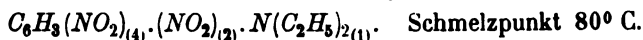
Spaltbar nach b . Die Flächen von r und s fehlen oft; q erscheint mit unvollzähliger Anzahl der Flächen.

Schwach pleochroistisch: auf c ist die Farbe für Schwingungen parallel der Orthodiagonale bräunlichgelb, für solche senkrecht dazu hellgelb.

Die Dichte beträgt 1,197 bei 17° C. , das Äquiv.-Volum 162,07.

Die topischen Axen sind: $\chi : \psi : \omega = 4,4613 : 4,3140 : 8,5363$.

1-2-4-Dinitro-Diäthyl-Anilin

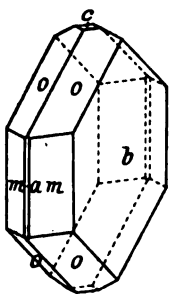


Aus Aceton erhält man die Verbindung, welche in diesem Lösungsmittel ein außerordentlich großes Krystallisationsvermögen offenbart, in

¹⁾ Schrauf, diese Zeitschr. 11, 105, Ref.

Form von sehr großen, orangefarbigen oder etwas gelblichorangefarbigen Krystallen, welche entweder nach der Verticalaxe langprismatisch oder auch tafelig nach $\{010\}$ erscheinen.

Fig. 43.



Die einzelnen Individuen zeigen nur unbedeutende Abweichungen der Winkelwerte.

Unabhängig von meiner Untersuchung wurde die Substanz von Herrn Doctoranden Hubrecht in Utrecht gemessen; seine Messungen, welche mit dem Goldschmidtschen Goniometer ausgeführt sind, hat er mir freundlichst zur Verfügung gestellt; ich habe seine Positionswinkel in Flächenwinkel umgerechnet¹⁾ und neben meinen Messungen zusammengestellt.

Rhombisch-bipyramidal.

$$a : b : c = 1,2045 : 1 : 1,1513.$$

	Gemessen:		Berechnet:
	Jaeger:	Hubrecht:	Jaeger:
$o : b = (112) : (010) =$	$62^{\circ}36'$	$62^{\circ}38\frac{1}{2}'$	—
$o : o = (112) : (\bar{1}12)$	$44^{\circ}48'$	—	—
$o : a = (112) : (100)$	$67^{\circ}30'$	—	$67^{\circ}45'$
$o : o = (112) : (\bar{1}\bar{1}2)$	$54^{\circ}54'$	$54^{\circ}43\frac{1}{2}'$	$54^{\circ}38'$
$b : m = (010) : (110)$	$39^{\circ}42'$	$39^{\circ}38'$	$39^{\circ}42'$
$m : a = (110) : (100)$	$50^{\circ}49'$	—	$50^{\circ}48'$
$o : c = (112) : (001)$	$36^{\circ}30'$	$36^{\circ}36'$	$36^{\circ}30'$
$o : o = (\bar{1}\bar{1}2) : (\bar{1}12)$	$73^{\circ}6'$	$73^{\circ}12'$	$73^{\circ}0'$
$m : o = (110) : (112)$	$53^{\circ}28'$	$53^{\circ}24'$	$53^{\circ}30'$
$\omega : c = (214) : (001)$	—	$29^{\circ}0'$	$29^{\circ}9\frac{1}{2}'$

Von den beobachteten Formen ist $b\{010\}$ stark vorherrschend; $m\{110\}$ breit und glänzend; $a\{100\}$ schmal, mit feiner Streifung parallel der b -Axe; $o\{112\}$ gut entwickelt und sehr glänzend; die Verticalzone zeigt, obgleich die Reflexe sehr scharf sind, an einzelnen Individuen etwas abweichende Winkelwerte; $o\{001\}$ ist sehr klein und untergeordnet und fehlt meistens; die Form $\omega\{214\}$ wurde von mir nie beobachtet; Herr Hubrecht fand sie als schmale Abstumpfung an Krystallen aus einem anderen Lösungsmittel erhalten; dieselben zeigten nicht die Form $\{400\}$.

Spaltbar nach c .

In der Verticalzone parallele Auslöschung; die Lage der Axenebene war nicht zu bestimmen. Schwach pleochroitisch: auf b für Schwingungen parallel der c -Axe hellgelb, für solche senkrecht dazu hellorange.

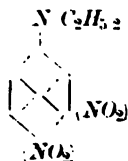
Die Dichte beträgt 1,374 bei 15° C., das Äquiv.-Volum 173,94.

Die topischen Axen sind: $\chi : \psi : \omega = 6,0294 : 5,0058 : 5,7631$.

¹⁾ Nach der Beziehung: $\cos(P_1P_2) = \cos \varphi_1 \cos \varphi_2 + \sin \varphi_1 \sin \varphi_2 \cos(\varphi_1 - \varphi_2)$.

1-3-4-Dinitro-Diäthyl-Anilin.

Chemische Struktur:



Schmelzpunkt 95°C .

Diese Verbindung kommt in zwei heteromorphen Modificationen vor, von denen die α -Modification — die bei gewöhnlicher Temperatur stabilere Form — zinnoberrot ist, während die labilere β -Modification eine hellgelbe Farbe besitzt. Beide Krystallarten sind von verschiedener Symmetrie, wie folgende Bestimmungen zeigen.

a. α -Modification des 1-3-4-Dinitro-Diäthyl-Anilins.

Aus Aceton krystallisiert diese Substanz in zinnoberroten, bis zollgroßen, sehr glänzenden Krystallen, welche durch die eigentümliche Verzerrung die Deutung sehr viel schwieriger machen. Aus Alkohol, Methyl- sowie Äthylalkohol ist der Habitus ein tafelig, wie auch aus einem Gemisch von Chloroform + Äther, die Krystalle sind dann aber von mangelhafter Beschaffenheit. Aus Äthylacetat fallen sehr formenreiche, eigentümlich verzerrte Krystalle aus; aus einem Gemisch von Äthylacetat und Äther endlich erhielt ich die besten Krystalle. Die Figg. 14—16 stellen einige der beobachteten Combinationen dar; der Einfluß des Lösungsmittels auf den Habitus ist in diesem Falle sehr in die Augen springend.

Fig. 14.

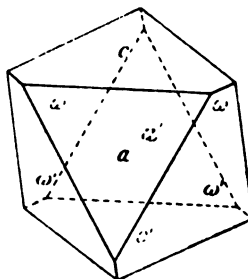


Fig. 15.

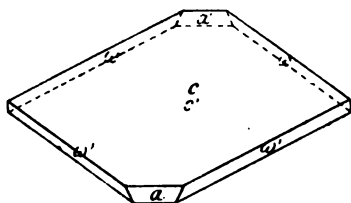
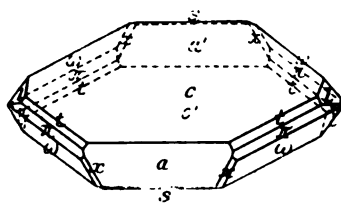


Fig. 16.



Die Krystalle sind monoklin-prismatisch.

$$a : b : c = 1,4678 : 1 : 1,8127; \quad \beta = 70^\circ 17\frac{1}{2}'.$$

Die beobachteten Formen und Combinationen sind in den verschiedenen Fällen:

1. Krystalle aus Aceton: Isometrisch ausgebildete oder etwas nach der Verticalaxe gestreckte, große Krystalle mit $c\{001\}$, $a\{100\}$ und $\omega\{\bar{1}11\}$, gleich stark entwickelt (Fig. 14).

2. Krystalle aus Alkohol: Dünne, mangelhaft ausgebildete Täfelchen nach $c\{001\}$, $a\{100\}$ klein, $\omega\{\bar{1}11\}$ schmal; die Krystalle aus Chloroform zeigen auch wohl c klein und $a\{100\}$ größer (Fig. 15).

3. Krystalle aus Äthylacetat: $c\{001\}$ stark vorherrschend; $\omega\{\bar{1}11\}$ sehr gut entwickelt und glänzend; $a\{100\}$ deutlich und glänzend; $t\{111\}$ und $\pi\{110\}$ schmal; $s\{\bar{1}02\}$ klein, aber deutlich; $x\{\bar{2}11\}$ sehr schmal; $l\{011\}$ klein, schwach reflectierend. Die nach c tafeligen Krystalle sind gestreckt nach zwei parallelen Flächen von ω (Fig. 16).

4. Krystalle aus Äthylacetat + Äther: $c\{001\}$ stark vorherrschend; $a\{100\}$ gut entwickelt und glänzend; $\omega\{\bar{1}11\}$ ebenso; $o\{11\bar{2}\}$ deutlich, aber gestreift; $t\{111\}$ klein, aber deutlich; $r\{\bar{2}05\}$ schmal und horizontal gestreift; $l\{011\}$ klein und schwach reflectierend, gestreift parallel $c:l$. Der Habitus ist dicktafelig nach $\{001\}$.

Die Reflexe sind geradezu ideal, die Winkelwerte nur unbedeutend schwankend.

	Gemessen:	Berechnet:
$a : c = (100) : (001) =$	$*70^{\circ}47\frac{1}{2}'$	—
$\omega : c = (\bar{1}11) : (001)$	$*74^{\circ}13'$	—
$\omega : a = (\bar{1}11) : (100)$	$*65^{\circ}16'$	—
$a : r = (100) : (\bar{2}05)$	$80^{\circ}26'$	$80^{\circ}32\frac{1}{2}'$
$r : c = (\bar{2}05) : (001)$	$28^{\circ}55'$	$29^{\circ}10'$
$a : s = (100) : (10\bar{2})$	$72^{\circ}58'$	$73^{\circ}25\frac{1}{2}'$
$s : c = (10\bar{2}) : (00\bar{1})$	$36^{\circ}44'$	$36^{\circ}17'$
$c : t = (001) : (111)$	$55^{\circ}32'$	$55^{\circ}33'$
$t : \omega = (111) : (\bar{1}1\bar{1})$	$50^{\circ}51\frac{1}{2}'$	$50^{\circ}44'$
$\omega : o = (\bar{1}1\bar{1}) : (11\bar{2})$	$21^{\circ}50'$	$21^{\circ}42'$
$o : c = (11\bar{2}) : (00\bar{1})$	$52^{\circ}32\frac{1}{2}'$	$52^{\circ}31'$
$o : a = (11\bar{2}) : (100)$	$77^{\circ}32'$	$77^{\circ}34'$
$o : l = (11\bar{2}) : (01\bar{1})$	$22^{\circ}13'$	$22^{\circ}15'$
$a : l = (100) : (01\bar{1})$	$100^{\circ}5'$	$99^{\circ}49'$
$\omega : l = (\bar{1}11) : (011)$	$34^{\circ}48'$ ca.	$34^{\circ}33'$
$l : t = (011) : (111)$	$29^{\circ}14'$ ca.	$29^{\circ}5'$
$t : a = (111) : (100)$	$51^{\circ}4'$	$51^{\circ}6'$
$\omega : t = (\bar{1}11) : (111)$	$63^{\circ}32'$	$63^{\circ}38'$
$\omega : x = (\bar{1}11) : (\bar{2}11)$	$22^{\circ}45\frac{1}{2}'$	$22^{\circ}51'$
$x : a' = (\bar{2}11) : (\bar{1}00)$	$42^{\circ}35'$	$42^{\circ}25\frac{1}{2}'$
$t : \pi = (111) : (110)$	$22^{\circ}59'$	$23^{\circ}2'$
$\pi : \omega = (110) : (\bar{1}1\bar{1})$	$27^{\circ}24'$	$27^{\circ}12\frac{1}{2}'$
$t : t = (111) : (\bar{1}\bar{1}1)$	$85^{\circ}53'$	$85^{\circ}55'$

Die Flächen von c , ω , l und a sind glatt und stark reflectierend, dagegen sind diejenigen der Formen τ , o , π und l parallel den Combinationskanten mit der Basis c gestreift.

Es erfolgt eine sehr vollkommene Spaltung parallel {001}.

Die Auslöschung in der Orthodiagonalzone ist parallel b orientiert; optische Axenebene ist {010}; außerordentlich starke, geneigte Dispersion: $\varrho < \nu$, in α -Monobromnaphthalin bestimmt; nur rote und grüne Hyperbeln und Lemniscaten sind sichtbar. Starker Pleochroismus: für Lichtschwingungen parallel der Fläche (010) ist die Farbe auf c hochgelb, für Schwingungen senkrecht dazu ist sie orangerot.

Die Dichte beträgt 1,342 bei 17° C., das Aquiv.-Volum 178,09.

Die topischen Axen sind demnach:

$$\chi : \psi : \omega = 6,0809 : 4,4428 : 7,5097.$$

Man kann versuchen, ob eine Wahl des Winkels β ganz nahe an 90° zu treffen sei, so daß ein mehr ins Auge springender Zusammenhang der Parameter mit denen der β -Modification erkennbar würde, wäre es dann auch schon erst in den topischen Axenschnitten. Nimmt man: $a : b : c = 1,3824 : 1 : 1,8120$; $\beta = 88^\circ 15\frac{3}{4}'$, so werden: π {110}, l {111}, ω {111}, o {112}, a {100}, c {108}, s {108} usw., und die topischen Axen gestalten sich zu: $\chi : \psi : \omega = 5,7270 : 4,4430 : 7,5094$, d. h. analog denjenigen der β -Modification. Ich verweise hier auf das nahezu gleiche Verhältnis $b : c$ bei α - und β -Modificationen; die Gleichheit des Verhältnisses zweier solcher Parameter habe ich bei heteromorphen Modificationen schon mehrmals beobachten können (z. B. bei α - und β -Benzylphtalimid, bei den beiden Formen des Mannits usw.).

b. β -Modification des 4-3-4-Dinitro-Diäthyl-Anilins.

(Labilere Form.)

Diese labilere Modification des 4-3-4-Dinitrodiäthyl-Anilins entsteht immer, wenn man die rote Modification nahe bis zum Schmelzpunkte erhitzt; vor dem Schmelzen tritt der Farbenwechsel spontan auf. Auch entsteht sie meist beim Umkrystallisieren, hauptsächlich aus Methylalkohol, woraus auch die hier gemessenen Individuen erhalten waren. Niemals bekommt man die gelbe Form allein; sie ist stets mit der α -Modification gemischt, in die sie allmählich übergeht. Diese Umwandlung vollzieht sich aber, selbst bei Anwesenheit des Lösungsmittels, äußerst langsam; die dazu nötige Zeit wechselt von Stunden bis vielen Tagen. Auch bei längerer Bestrahlung mit intensivem weißen Lichte wird die Umwandlung herbeigeführt.

Die Krystalle sind von hellgelber Farbe und bilden äußerst dünne, transparente Blättchen von rechteckigem Umriss mit abgestumpften Eckpunkten. Sehr merkwürdig ist es, daß die Flächen von {100}, welche am

stärksten entwickelt sind, bedeckt sind mit einer unzähligen Masse mikroskopisch kleiner Kryställchen der α -Modification, vom Habitus der aus einem Gemisch von Chloroform + Äther erhaltenen Krystalle, d. h. mit vorherrschender Basisfläche und darauf aufliegend. Die Verteilung der Kryställchen auf der Oberfläche der β -Modification ist vollkommen regellos.

Selbst frische Krystalle zeigen diese Eigentümlichkeit, ein Beleg dafür, daß die Umwandlung schon seit dem ersten Moment der Entstehung ihren Anfang nimmt.

Die Symmetrie ist rhombisch-bipyramidal.

Die auftretenden Formen sind: $a\{100\}$ sehr stark vorherrschend, $b\{010\}$ und $c\{001\}$ beide schmal und glänzend, c breiter als b ; $m\{210\}$ schmal und mattere Reflexe liefernd; $q\{021\}$ klein und glänzend.

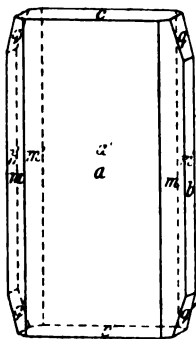
Das Axenverhältnis ist:

$$a : b : c = 1,2320 : 1 : 1,8076.$$

Gemessen wurden:

	Gemessen:	Berechnet:
$b : q = (010) : (021) =$	$47^{\circ}53\frac{1}{2}'$	—
$m : b = (210) : (010)$	$58\ 22$	—
$a : m = (100) : (210)$	$34\ 28$	$34^{\circ}38'$
$a : c = (100) : (001)$	$90\ 1$	$90\ 0$
$c : q = (001) : (021)$	$42\ 6\frac{1}{2}$	$42\ 6\frac{1}{2}$
$m : q = (210) : (021)$	—	$73\ 44\frac{1}{2}$

Fig. 17.



Eine Spaltbarkeit wurde nicht constatiert.

Im Gegensatz zur α -Modification besitzt diese β -Form keinen ausgesprochenen Pleochroismus. Auf $\{100\}$ ist die Auslöschung orientiert, ebenso auf $\{001\}$ und $\{010\}$; die Axenebene ist $\{001\}$; der angenäherte Winkel der optischen Axen in α -Monobromnaphthalin beträgt ca. 80° ; die Dispersion ist außerordentlich stark und $\varrho > \nu$; nur die roten und grünen Hyperbeln sind sichtbar; die erste Mittellinie ist senkrecht auf $\{100\}$.

Die Dichte der β -Modification beträgt 1,322 bei 18° C., das Äquiv.-Volum ist mithin 180,79, also etwas größer als dasjenige der α -Modification.

Die topischen Axenschnitte sind daher:

$$\chi : \psi : \omega = 5,3346 : 4,3300 : 7,8269.$$

Die Doppelverbindung von 1-3-4- und 1-2-4-Dinitro-Diäthyl-Anilin.

Die stellungsisomeren Verbindungen 4-3-4- und 4-2-4-Dinitro-Äthyl-Anilin bilden mit einander eine Doppelverbindung von gleicher Zahl Moleküle und zwar eine $C_6H_3(NO_2)_2 \cdot (N[C_2H_5]_2)_{(1,3,4)} + C_6H_3(NO_2)_2 \cdot (N[C_2H_5]_2)_{(1,2,4)}$.

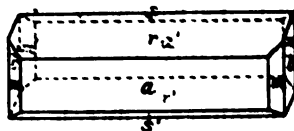
welche orangefarbig ist, bei 59° C. constant schmilzt und in Aceton sehr viel löslicher ist als die beiden, schon ziemlich löslichen Componenten. Die Löslichkeit in 95% Alkohol war bedeutend geringer, daher war es geboten, die Krystalle aus einem Gemisch beider Lösungsmittel zu ziehen. Dann aber ist es noch schwer, gute Krystalle zu bekommen; meistens fallen papierdünne, verzwilligte, monokline Blättchen aus, mit schiefer Auslöschung von 21° gegen die Verticalaxe. Die Zwillingsene ist {100}, der Winkel (100):(001) ungefähr 87°. Wir werden sehen, daß die Blättchen tafelig nach dem Klinopinakoid sind, und der Winkel von 21° stellt deshalb die Auslöschungsschiefe auf {010} dar. Stark pleochroitisch: orangegelb und citronengelb.

Es gelang mir endlich, diese merkwürdigen Körper in meßbaren, orangefarbenen Krystallen zu erhalten.

Monoklin-prismatisch.

$$a : b : c = 1,3435 : 1 : 1,9519; \beta = 86^{\circ} 39'.$$

Fig. 48.



Beobachtete Formen: $r\{203\}$ breit und sehr glänzend; $a\{100\}$ noch breiter und scharfe Reflexe liefernd; $s\{103\}$ schmal, aber glänzend; $m\{110\}$ klein, aber sehr scharf reflectirend; $b\{010\}$ schmal, ungefähr wie m , aber matt reflectierend. Die Krystalle sind langgestreckt nach der Orthodiagonale; die Endflächen sind meist nur rudimentär vorhanden.

	Gemessen:	Berechnet:
$r : m = (203) : (110) =$	$57^{\circ} 19'$	---
$a : s = (100) : (103)$	$66 \ 54$	--
$m : b = (110) : (010)$	$48 \ 12$	---
$m : a = (110) : (100)$	$41 \ 47$	$41^{\circ} 48'$
$r : a = (203) : (100)$	$44 \ 2$	$44 \ 11$
$s : r = (103) : (203)$	$68 \ 59\frac{1}{2}$	$68 \ 55$

Eine deutliche Spaltbarkeit wurde nicht aufgefunden.

In der Orthodiagonalzone war die Lage der Elasticitätsaxen überall normal orientiert; ein Axenaustritt war nicht zu beobachten. Stark pleochroitisch: auf r für Schwingungen parallel der Symmetrieebene gelborange, für solche senkrecht dazu hell weingelb.

Die Dichte beträgt bei 15° C. 1,324, das Äquiv.-Volum $2 \times 180,51 = 361,02$. Das Äquivalentvolum ist deshalb um circa 3% größer, als die Summe der Äquivalentvolumina der beiden Componenten (= 352).

Die topischen Axen sind hier:

$$\chi : \psi : \omega = 5,5092 : 4,4005 : 8,0040.$$

Ich habe in bezug auf diese Doppelverbindung eine eigentümliche und sehr interessante Beobachtung gemacht.

Als ich nämlich die gelben Krystalle während einer Woche im geschlossenen Rohre im Tageslichte aufbewahrt hatte, bemerkte ich, daß einige der Krystalle statt einer gelben Farbe eine rote besaßen; daneben fanden sich Individuen, welche noch zur Hälfte gelb, zur anderen Hälfte aber rot waren, während alle Zwischenstadien von gänzlich gelben bis gänzlich roten Krystallen vorhanden waren.

Im Anfang meinte ich, daß die Doppelverbindung durch die Wirkung des Lichtes auseinandergefallen war, und daß hier die rote Modification des 4-3-4-Dinitrodiäthyl-Anilins in Freiheit gesetzt wurde. Dem ist aber nicht so; denn die noch ziemlich gut reflectierenden Krystalle zeigten genau die Winkel der gelben Doppelverbindung, während auch der Schmelzpunkt ungeändert war, was beim Zerfall des Körpers der Fall nicht sein kann. Vielmehr liegt meines Erachtens hier eine jener eigentümlichen Erscheinungen vor, welche an Nitrokörpern bisweilen mehrmals gemacht worden sind, nämlich der Umschlag der Farbe von gelb oder farblos zu zinnoberrot durch die Einwirkung des Tageslichtes.

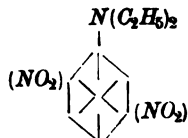
Im dunkeln blieb der Farbenwechsel aus; der Umschlag ist nicht reversibel: er geht im Dunkeln nicht zurück; durch Umkrystallisieren aber bekommt man die gelben Krystalle zurück. Die schon teilweise rotgefärbten Krystalle werden von selbst schließlich gänzlich rot.

Von diesen Erscheinungen kann ich die Ursache bisher nicht erkennen; von einer Unreinheit glaube ich nicht, daß bei meinem Material die Rede sein kann, wie dies gelegentlich hervorgehoben worden ist; ich halte den genannten Umschlag der Farbe für eine spezifische Eigenschaft der Gruppe $-NO_2$, welcher vielleicht in gewissen Fällen eine zweifache chemische Structur zukommen kann, ohne daß diese Structuränderung die morphotropische Wirkung der Gruppe merklich beeinflußt. Eine nähere Untersuchung mehrerer derartiger Fälle wäre sehr erwünscht ¹⁾.

¹⁾ Ob sich diese Erscheinung einreihen läßt in jene merkwürdige Farbenänderungen in gewissen Richtungen des Krystalls, wie sie von Marckwald (Zeitschr. f. phys. Chem. **80**, 140) beim β -Tetrachlorketonaphtalin Zinckes unter dem Namen: »Phototropie« beschrieben worden sind, und später (ebenda S. 527) von Biltz beim Benzaldehydphenylhydrazon, bei zwei Anisil-Osazonen und bei zwei Piperil-Osazonen aufgefunden wurden, ist mir einigermaßen fraglich erschienen. Denn während in den citierten Fällen die Umwandlung im Dunkeln zurückgeht, also reversibel ist, ist die von mir beobachtete Erscheinung, für soweit ich es beurteilen kann, irreversibel; nur beim Lösen erhält man die orangefarbenen Krystalle statt der zinnoberroten zurück. Jedenfalls ist die Analogie beider Erscheinungen bis dahin durchzuführen, daß in beiden Fällen die Krystallform selbst nicht geändert wird. Da die Krystalle meiner Doppelverbindung so gut wie undurchsichtig waren, so ließ sich die Prüfung auf eine Änderung im Pleochroismus der schon sehr stark pleochroitischen Muttersubstanz nicht feststellen.

1-3-6-Dinitro-Diäthyl-Anilin.

Chemische Structur:



Schmelzpunkt 74°C.

Aus Alkohol krystallisiert die Verbindung in langen, platten, dunkelroten Nadeln von starkem Glanze, meist aber ohne Endflächen. Dagegen erhielt ich aus einem Gemisch von Äther und Alkohol die sehr gut ausgebildeten Krystalle der Fig. 49. Die Winkelwerte sind ziemlich constant.

Monoklin-prismatisch.

$$a : b : c = 1,1826 : 1 : 1,7228; \quad \beta = 88^\circ 35\frac{1}{2}'.$$

Beobachtete Formen: $c\{001\}$ breit und sehr fein gestreift parallel $c:b$; $q\{012\}$ schmaler und fein gestreift parallel der Kante $q:o$; $s\{011\}$ sehr schmal; $o\{\bar{1}11\}$ schmal, aber sehr glänzend.

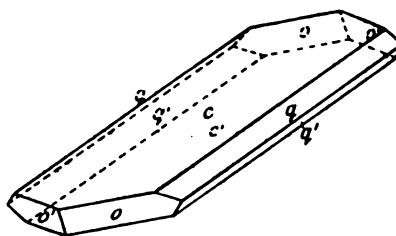


Fig. 49.

	Gemessen:	Berechnet:
$c : q = (001) : (012) =$	$40^\circ 44'$	—
$c : o = (001) : (\bar{1}11)$	$66^\circ 51'$	—
$q : o = (012) : (\bar{1}11)$	$40^\circ 52\frac{1}{2}'$	—
$s : q = (011) : (012)$	$49^\circ 8'$	$49^\circ 8'$
$s : s = (011) : (01\bar{1})$	$60^\circ 44'$	$60^\circ 47'$
$c : o = (00\bar{1}) : (\bar{1}11)$	$113^\circ 9'$	$113^\circ 9'$

Gut spaltbar nach $\{011\}$.

Auf c gerade Auslöschung; auf q ist die Schiefe circa 12° gegen die Kante $q:o$. Stark pleochroitisch: für Schwingungen parallel der a -Axe auf $\{001\}$ carmoisinrot, für solche senkrecht dazu orange.

Die Dichte beträgt 1,362 bei 18°C. , das Äquiv.-Volum 175,47.

Die topischen Axen sind: $\chi : \psi : \omega = 5,2230 : 4,4166 : 7,6090$.

1-2-4-6-Trinitro-Diäthyl-Anilin ¹⁾

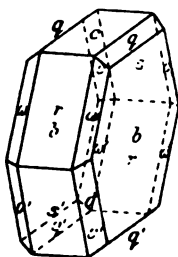
$C_6H_2 \cdot (NO_2)_{(6)} \cdot (NO_2)_{(4)} \cdot (NO_2)_{(2)} \cdot N(C_2H_5)_{2(1)}$. Schmelzpunkt 164°C.

Diese Verbindung, welche ich von Herrn Franchimont erhielt, besitzt ein großes Krystallisationsvermögen und krystallisiert aus Aceton in

¹⁾ Rec. d. Trav. Chim. Pays-Bas 2, 407.

prachtvollen, blutroten, sehr glänzenden sechseckigen Täfelchen, oder aus Alkohol in horizontal-prismatischen Säulen.

Fig. 20.



Die Krystalle sind modellartig ausgebildet; die Winkelwerte schwanken nur unbedeutend.

Monoklin-prismatisch.

$$a : b : c = 1,1750 : 1 : 1,8924; \quad \beta = 86^\circ 28'.$$

Beobachtete Formen: $b\{010\}$ sehr stark vorherrschend und ideal reflectierend; $r\{101\}$ und $s\{\bar{1}01\}$ gewöhnlich gleich stark entwickelt und glänzend; $c\{001\}$ sehr glänzend, bald kleiner, bald gleich groß wie r und s ; $q\{012\}$ gut, etwas schmaler; $o\{\bar{1}11\}$ und $\omega\{111\}$ gleich stark entwickelt, gewöhnlich schmal, oder nur mit einzelnen Flächen vorhanden. Der Habitus ist dicktafelig nach b und pseudo-hexagonal, oder auch wohl mit c und s vorherrschend und r schmal.

	Gemessen:	Berechnet:
$c : r = (001) : (101) =$	$55^\circ 38'$	—
$c : s = (001) : (\bar{1}01)$	$60^\circ 44'$	—
$c : q = (001) : (012)$	$43^\circ 21\frac{1}{2}'$	—
$r : s = (101) : (10\bar{1})$	$63^\circ 38'$	$63^\circ 38'$
$c : a = (001) : (100)$	—	$86^\circ 28'$
$b : q = (010) : (012)$	$46^\circ 38\frac{1}{2}'$	$46^\circ 38\frac{1}{2}'$
$b : \omega = (010) : (111)$	$45^\circ 51'$	$45^\circ 52\frac{1}{2}'$
$\omega : r = (111) : (101)$	$44^\circ 9'$	$44^\circ 7\frac{1}{2}'$
$b : o = (010) : (\bar{1}11)$	$44^\circ 17'$	$44^\circ 17\frac{1}{2}'$
$o : s = (\bar{1}11) : (\bar{1}01)$	$45^\circ 43'$	$45^\circ 42\frac{1}{2}'$

Äußerst vollkommen spaltbar nach $\{010\}$ mit glänzender, gut spaltbar nach $\{100\}$ mit muscheliger Spaltfläche.

Die optische Elasticitätsaxe neigt im stumpfen Winkel $a : c$ nach vorne um circa 4° gegen die Verticalaxe; die Lage der Axenebene war nicht zu bestimmen.

Merklich, aber schwach pleochroïtisch: Farbe der Verticalaxe auf b orange, senkrecht dazu orangerot.

Die Dichte ist 1,476 bei 16°C. , das Äquiv.-Volum 192,44.

Topische Axen: $\chi : \psi : \omega = 5,2004 : 4,4260 : 8,3753$.

Die Analogie mit den übrigen Derivaten dieser Reihe ist deutlich.

§ 7. Wie bei den entsprechenden methylierten Anilinen läßt sich auch bei den hier untersuchten äthylierten Anilinen die nahe Formverwandtschaft dieser Verbindungen ganz deutlich erkennen:

$$\begin{array}{ll} 1-4\text{-Nitrodiäthyl-Anilin} & a : b : c = 1,0342 : 1 : 1,9788; \quad \beta = 80^\circ 34' \\ (1-2-4\text{-Dinitrodiäthyl-Anilin}) & a : b : c = 1,2045 : 1 : 1,4543; \quad \beta = 90^\circ 0' \end{array}$$

α -1-3-4-Dinitrodiäthyl-Anilin	$a : b : c = 1,3824 : 1 : 1,8425$	$\beta = 88^{\circ} 46'$
β -1-3-4-Dinitrodiäthyl-Anilin	$a : b : c = 1,2320 : 1 : 1,8076$	$\beta = 90^{\circ} 0'$
Doppelverbindung von 1-3-4- + 1-2-4-Dinitrodiäthyl-Anilin	$a : b : c = 1,3435 : 1 : 1,9519$	$\beta = 86^{\circ} 39'$
1-3-6-Dinitrodiäthyl-Anilin	$a : b : c = 1,1826 : 1 : 1,7228$	$\beta = 88^{\circ} 35\frac{1}{2}'$
1-2-4-6-Trinitrodiäthyl-Anilin	$a : b : c = 1,1750 : 1 : 1,8924$	$\beta = 86^{\circ} 28'$

Merkwürdig ist aber die größere Differenz der zusammengehörigen Glieder dieser Reihe im Vergleiche mit jenen bei den correspondierenden Gliedern der methylierten Aniline und insbesondere die eigentümliche Verschiedenheit des 1-2-4-Derivats von dem 1-4-Nitrodiäthyl-Anilin, wie sie auch in den topischen Axenschnitten und dem kleinen Werte für das Äquivalentvolum deutlich hervortritt:

		Volum:
1-4-Nitrodiäthyl-Anilin	$\chi : \psi : \omega = 4,4613 : 4,3140 : 8,5363$	162,07
(1-2-4-Dinitrodiäthyl-Anilin	$\chi : \psi : \omega = 6,0294 : 5,0058 : 5,7634$)	173,94
α -1-3-4-Dinitrodiäthyl-Anilin	$\chi : \psi : \omega = 5,7270 : 4,4430 : 7,5094$	178,09
β -1-3-4-Dinitrodiäthyl-Anilin	$\chi : \psi : \omega = 5,3346 : 4,3300 : 7,8269$	180,79
Doppelverbindung von 1-3-4- + 1-2-4-Dinitrodiäthyl-Anilin	$\chi : \psi : \omega = 5,5092 : 4,1005 : 8,0040$	180,54
1-3-6-Dinitrodiäthyl-Anilin	$\chi : \psi : \omega = 5,2230 : 4,4466 : 7,6090$	175,47
1-2-4-6-Trinitrodiäthyl-Anilin	$\chi : \psi : \omega = 5,2004 : 4,4260 : 8,3755$	192,44

Die morphotropischen Beziehungen der äthylierten Aniline ergeben sich jedoch nichtsdestoweniger ganz klar, sowie auch diejenigen der α - und β -Modificationen des 1-3-4-Dinitrodiäthyl-Anilins und der Doppelverbindung von diesem mit dem 1-2-4-Derivat. Ganz auffallend ist auch hier die verschiedene morphotropische Wirkung einer Nitrogruppe und diejenige der folgenden eintretenden Nitrogruppen. Sie beweist wieder, daß die sogenannte morphotropische Kraft eines selbst nur so schwach wirkenden Substituenten gar keine constante Größe ist, sondern ebenso sehr innerhalb gewisser Grenzen schwankend ist, als der räumliche Charakter solcher Substituenten. Auf die Volumverhältnisse dieser Derivate komme ich weiter unten noch ausführlicher zurück.

§ 8. 1-2-4-Dinitro-Dipropyl-Anilin

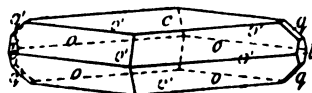
$C_6H_5 \cdot (NO_2)_{(4)} \cdot (NO_2)_{(2)} \cdot N(C_3H_7)_{2(1)}$. Schmelzpunkt $40^{\circ} C$.

Diese Verbindung krystallisiert aus Aceton in großen, etwas bräunlichgelben, sehr weichen Krystallaggregaten. Nach Isolierung einiger weniger Einzelindividuen konnte die Substanz gemessen werden.

Rhombisch-bipyramidal.

$$a : b : c = 1,0494 : 1 : 1,8492.$$

Fig. 21.



Beobachtete Formen: $c\{001\}$ stark vorherrschend, etwas matt reflectierend; $q\{012\}$ und $b\{010\}$ schmal, aber sehr glänzend; $o\{212\}$ glänzend und gut entwickelt.

Der Habitus ist dicktafelig nach c ; die Ausbildungsweise ist öfters mangelhaft.

	Gemessen:	Berechnet:
$c : o = (001) : (212) =$	$^{\circ}63^{\circ}54'$	—
$o : o = (212) : (2\bar{1}2)$	$^{\circ}48 \ 6$	—
$o : o = (212) : (21\bar{2})$	$52 \ 26$	$52^{\circ}48'$
$o : b = (212) : (010)$	$65 \ 57$	$65 \ 57$
$c : q = (001) : (012)$	$42 \ 39$	$42 \ 45\frac{1}{2}$
$q : b = (012) : (010)$	$47 \ 24$	$47 \ 44\frac{1}{2}$

Deutlich spaltbar nach a .

Auf a , q und b gerade Auslöschung.

Schwach pleochroistisch: für Schwingungen parallel der c -Axe auf a hellgelb, für solche senkrecht dazu dunkelgelb.

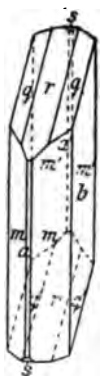
Die Dichte beträgt 1,234 bei 20°C. , das Äquiv.-Volum 202,50.

Topische Axen: $\chi : \psi : \omega = 4,8450 : 4,7542 : 8,7917$.

1-2-4-Dinitro-Mono-Isobutyl-Anilin ¹⁾

$\text{C}_6\text{H}_3 \cdot (\text{NO}_2)_{(4)} \cdot (\text{NO}_2)_{(2)} \cdot \text{NH}(\text{C}_4\text{H}_9)_{(1)}$. Schmelzpunkt 80°C.

Fig. 22.



Diese Verbindung, welche ich von Herrn Prof. Franchimont in Leiden erhielt, krystallisiert am besten aus Schwefelkohlenstoff und bildet dann große, hochschwefelgelbe Säulen, welche etwas zugespitzt sind und gute Reflexe liefern.

Monoklin-prismatisch.

$$a : b : c = 0,7104 : 1 : 0,3594; \quad \beta = 85^{\circ}34\frac{1}{2}'.$$

Beobachtete Formen: $m\{120\}$ und $b\{010\}$ breit und glänzend; m ist am stärksten entwickelt; $a\{100\}$ schmal und etwas matt reflectierend, fehlt auch öfters gänzlich; $r\{201\}$ sehr glänzend; $q\{412\}$ schmal, aber gut meßbar; $o\{111\}$ sehr klein und untergeordnet, mit guten Reflexen; $s\{301\}$ nicht wohl meßbar und nur angedeutet.

	Gemessen:	Berechnet:
$m : a = (210) : (100) =$	$^{\circ}49^{\circ}30'$	—
$r : m = (201) : (110)$	$^{\circ}45 \ 58\frac{1}{2}$	—
$b : o = (010) : (111)$	$^{\circ}72 \ 47$	—
$m : b = (210) : (010)$	$70 \ 28$	$70^{\circ}30'$
$m : m = (210) : (2\bar{1}0)$	$38 \ 57$	$39 \ 0$

¹⁾ Rec. Trav. Chim. Pays-Bas 4, 492.

	Gemessen:	Berechnet:
$r : a = (201) : (400) =$	$42^{\circ}42\frac{1}{2}'$	$42^{\circ}30'$
$m : o = (\bar{2}10) : (444)$	110 54	110 49
$r : o = (201) : (444)$	24 4	24 9
$o : o = (444) : (4\bar{4}4)$	34 32 ca.	34 26
$r : q = (201) : (442)$	7 8	6 55
$b : q = (040) : (442)$	82 46	83 5

Vollkommen spaltbar nach $\{010\}$; die Spaltfläche ist sehr glänzend.

Schwach pleochroistisch: auf m für Schwingungen parallel der Verticalaxe hell grünlichgelb, senkrecht dazu hochgelb; die Auslöschungsschiefe auf m ist circa 21° gegen die Verticalaxe.

Dichte 1,342 bei 20° C.; Äquiv.-Volum 178,09.

Topische Axen: $\chi : \psi : \omega = 6,3083 : 8,8800 : 3,4890$.

1-2-4-6-Trinitro-Mono-Isobutyl-Anilin ¹⁾

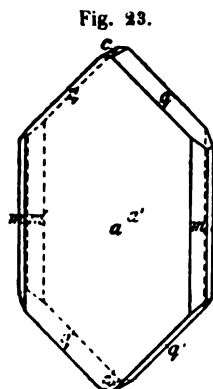
$C_6H_2 \cdot (NO_2)_{(6)} \cdot (NO_2)_{(4)} \cdot (NO_2)_{(2)} \cdot NH(C_4H_9)_{(1)}$. Schmelzpunkt 95° C.

Aus Aceton oder Schwefelkohlenstoff erhielt ich diese Verbindung in Form papierdünner, hellgelber Blättchen von rechteckigem Umriß.

Rhombisch-bipyramidal.

$$a : b : c = 0,7325 : 1 : 0,347.$$

Beobachtete Formen: $a\{100\}$ sehr stark vorherrschend, einige Male vertical gestreift; $m\{120\}$ und $b\{040\}$ sehr schmal; $c\{004\}$ klein und matt reflectierend; $q\{031\}$ nicht meßbar; das Verhältnis $b : c$ konnte nur aus der Messung des ebenen Winkels $(a : q) : (a : m)$ bestimmt werden und ist daher nur annähernd richtig. Der Habitus ist dünntafelig nach a mit Streckung nach der c -Axe.



	Gemessen:	Berechnet:
$a : m = (400) : (120) =$	$*55^{\circ}44'$	—
Kante $[c : q] : [c : a] =$	133 50	$133^{\circ}50'$
$m : b = (120) : (040)$	34 20	34 49
$a : c = (400) : (004)$	94 4	90 0
$a : q = (400) : (031)$	89 57	90 0
Kante $[a : q] : [a : m] =$	$*436 40$	—

Auf a und m parallele Auslöschung.

Stark pleochroistisch: auf a für Schwingungen parallel der Verticalaxe hell grünlichgelb, für solche senkrecht dazu orange gelb. Ein Axenaustritt konnte nicht beobachtet werden.

¹⁾ Rec. trav. Chim. Pays-Bas 4, 493.

Die Dichte beträgt 1,445 bei 18° C., das Aquiv.-Volum 196,53.

Topische Axen: $\chi : \psi : \omega = 6,7231 : 9,1782 : 3,1849$.

§ 9. Was die drei hier gemessenen Verbindungen anbelangt, so sei folgendes dazu bemerkt.

Das 1-2-4-Dinitrodipropyl-Anilin schließt sich in seinen Parametern ganz den Dinitrodiäthyl-Anilinen an:

Z. B. 1-2-4-Dinitrodipropyl-Anilin $a : b : c = 1,0491 : 1 : 1,8492$;

$$\beta = 90^\circ$$

1-3-6-Dinitrodiäthyl-Anilin $a : b : c = 1,1826 : 1 : 1,7228$;

$$\beta = 88^\circ 35\frac{1}{2}'$$

1-2-4-Dinitrodipropyl-Anilin $\chi : \psi : \omega = 4,8450 : 4,7542 : 8,7917$.

Volum 202,50.

Die Differenzen rühren tatsächlich von dem stark geänderten Volum her. Dagegen sind die beiden Isobutyl-Derivate wohl unter einander sehr nahe verwandt, gehören aber offenbar zu einer ganz anderen Klasse von Derivaten, wohl infolge der total abgeänderten Raumverhältnisse bei der Substitution von *H* der Aminogruppe durch normale oder verzweigte Kohlenstoffketten:

1-2-4-Dinitro-m-Isobutyl-Anilin $a : b : c = 0,7104 : 1 : 0,3594$;

$$\beta = 85^\circ 34\frac{1}{2}'$$

1-2-4-6-Trinitro-m-Isobutyl-Anilin $a : b : c = 0,7325 : 1 : 0,347$;

$$\beta = 90^\circ$$

1-2-4-Dinitro-m-Isobutyl-Anilin $\chi : \psi : \omega = 6,3083 : 8,8800 : 3,1890$.

Volum: 178,09

1-2-4-6-Trinitro-m-Isobutyl-Anilin $\chi : \psi : \omega = 6,7231 : 9,1782 : 3,1849$.

Volum: 196,53

Die morphotropischen Beziehungen zwischen den beiden Isobutyl-derivaten aber sind ganz deutlich hervortretend.

Zum Schlusse sei hier noch hingewiesen auf die große Analogie in Krystallform des in beistehender Notiz beschriebenen p-Nitrosodiäthyl-Anilins mit den nitrierten Diäthyl-Anilinen. Unzweifelhaft steht die Nitrosogruppe: (NO) in inniger Beziehung zu der (NO₂)-Gruppe in bezug auf ihre morphotropische Wirkung. Ich beabsichtige in nächster Zukunft Material zu sammeln, um dieser Frage etwas näher zu treten.

§ 10. Notiz über das p-Nitroso-Diäthyl-Anilin¹⁾.

Die Verbindung $C_8H_4(NO)_{(4)} \cdot N(C_2H_5)_{2(1)}$, Schmelzpunkt 84° C., konnte ich nie anders als in rechteckigen, dunkelgrünen Blättchen erhalten, am

¹⁾ A. Kopp, Ber. d. d. chem. Ges. 8, 621. Monatshefte 4, 506.

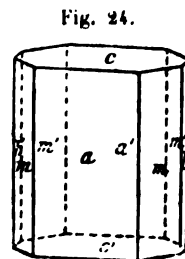
besten aus Aceton, welche auf den Prismenflächen prachtvollen violettblauen Schimmer zeigten; die Ausbildungsweise ist obendrein vielfach mangelhaft.

Die Substanz ist monoklin-prismatisch mit:

$$a : b = 1,0466 : 1; \beta = 85^\circ 53' \text{ circa.}$$

Beobachtete Formen: $a\{100\}$ stark vorherrschend; $c\{001\}$ und $b\{010\}$ schmal, c oft nur rudimentär ausgebildet; $m\{110\}$ gut entwickelt.

	Gemessen:	Berechnet:
$m : a =$	$45^\circ 24'$	—
$m : b =$	$44^\circ 36'$	$44^\circ 36'$
$a : c =$	$94^\circ 7' \text{ ca.}$	—



Auf a sieht man im Konoskop ein sehr schönes zweiaxiges Interferenzbild von rhombischem Charakter unter geringer Neigung der ersten Mittellinie gegen die Normale der Fläche $\{100\}$. Der Winkel der Axen ist klein, die Dispersion ist mittelstark, $\rho < \nu$. Die Doppelbrechung ist positiv.

§ 11. Über die Volumverhältnisse, über die Farbe und über den Pleochroismus der nitrierten Aniline.

Der letzte Abschnitt dieser Publication sei den Volumverhältnissen und den Farbeerscheinungen bei auffallendem und durchgehendem Lichte gewidmet.

Von den drei einfach nitrierten Anilinen zeigen die o - und p -Verbindung die größte Analogie in bezug auf das Äquivalentvolum, dagegen verhält sich die m -Verbindung abweichend.

o -Nitro-Anilin	Volum: 95,70,
p -Nitro-Anilin	- 96,03,
m -Nitro-Anilin	- 98,74.

Führt man im p -Nitro-Anilin eine zweite (NO_2)-Gruppe ein in die Orthostellung zur Aminogruppe, d. h. in Metastellung zu der schon vorhandenen (NO_2)-Gruppe, so wird das Volum um 17,27 vergrößert ($= 113,30$), während die Substitution von noch einer (NO_2)-Gruppe an die zweite Orthostellung eine weitere Volumvergrößerung von 16,09 ($= 129,39$) mit sich bringt. Die Volumänderung (NO_2 -Gruppe — H -Atom ist deshalb bei derselben Ortssubstitution eine von der schon anwesenden (NO_2 -Substitution abhängige Größe. Während nun die von Groth hervorgehobene Eigentümlichkeit in der morphotropischen Wirkung der (NO_2 -Substitution beim Übergange vom 1-4-Nitro- zum 1-2-4-Dinitro-Product ganz deutlich hervortritt (vgl. Zusammenstellung auf S. 117), ist diese Gesetzmäßigkeit in den Parametern beim Übergange zum 1-2-4-6-Trinitro-Derivat zwar vorhanden,

aber nicht so stark hervortretend als bei der ersten Substitution. Morphotropische Kraft der (NO_2) -Gruppe und Volumverhältnisse des Substituenten gehen hier wieder parallel. Die Krystalsymmetrie wird hierbei nicht geändert, der Neigungswinkel β kontinuierlich verkleinert.

Führt man in der Aminogruppe des 1-2-4-Dinitro-Anilins eine (CH_3) -Gruppe statt eines H -Atoms ein, so ändert sich das Volum um 11,94 ($= 125,24$); die Substitution der zweiten (CH_3) -Gruppe ändert das Äquivalentvolum um neue 17,71 ($= 142,95$) Einheiten; auch hier ist die Volumdifferenz abhängig von schon stattgefundenem Eintritt einer identischen Gruppe.

Die Reihe der methylierten Aniline zeigt aber ganz deutlich den Einfluß der Ortsvertauschung auf die räumlichen Verhältnisse eines Substituenten. Das 1-3-Nitrodimethyl-Anilin hat das Volum 126,43, das 1-3-6-Dinitro-Derivat das Volum 151,26; Differenz 24,83. Die zweite (NO_2) -Gruppe steht offenbar in p-Stellung in bezug auf die schon anwesende Gruppe, in Orthostellung zur Aminogruppe; der Fall ist somit vergleichbar mit dem oben besprochenen Falle des 1-2-4-Dinitro-Anilins, nur mit dem Unterschiede, daß dort die (NO_2) -Gruppe in der Metastellung zur ersten (NO_2) -Gruppe stand. Eine Folge dieser Ortsvertauschung ist die Volumdifferenz: $(NO_2)_{para} - (NO_2)_{meta} = 24,83 - 17,27 = 7,56$ Einheiten. Die größere Differenz bringt aber hier auch eine Symmetrieänderung von monoklin \rightarrow rhombisch mit sich.

Gehen wir nochmals aus von dem 1-2-4-Dinitrodimethyl-Anilin mit dem Äquivalentvolum 142,95. Das 1-2-3-4-Trinitro-Derivat zeigt eine Volumdifferenz mit diesem von 22,4 ($= 165,05$); das 1-2-5-4-Trinitro-Derivat ($= 1-3-4-6-$) eine solche von 18,56 ($= 161,51$); die Orte 3 und 5 sind daher in bezug auf die Volumverhältnisse nicht gleichwertig, eine Folge von der verschiedenen Stellung der dritten (NO_2) -Gruppe zu den zwei anwesenden, welche im ersten Derivat ortho-ortho, im zweiten ortho-para ist. Diese Verschiedenheit gibt sich kund in einem Betrage von 3,54 Einheiten.

Das 1-3-4-Dinitro-Derivat hat das Volum 148,28, d. h. eine Differenz mit dem 1-2-4-Derivat von 5,33 Einheiten für $(NO_2)_{meta} - (NO_2)_{ortho}$ in bezug auf die (NO_2) -Gruppe im 1-4-Nitrodimethyl-Anilin, welches mir aber nicht zugänglich war. Das 1-3-4-6-Trinitro-Derivat differiert mit dem 1-3-4-Dinitrodimethyl-Anilin um 13,23 Einheiten, mit dem 1-2-3-4-Trinitro-Körper aber um 16,77, d. h. um 3,54 Einheiten mehr. Die Orte 2 und 6 sind deshalb auch wieder nicht gleichwertig infolge der Stellungsverschiedenheit der dritten (NO_2) -Gruppe zu den zwei vorhandenen: ortho-ortho im zweiten, meta-para im ersten Falle. Der Unterschied gibt sich aber hier natürlich genau so kund, als beim 1-2-4-Dinitro-Derivat und den Orten 3 und 5.

Das 1-3-4- und das 1-3-6-Derivat zeigen in bezug auf den 1-3-Nitro-

körper eine Volumdifferenz von 21,85 resp. von 21,83. Die zweite (NO_2) -Gruppe zeigt hier den Unterschied: $(NO_2)_{para} - (NO_2)_{ortho} = 3,02$ Einheiten; eine Folge der Ortsvertauschung. Während in diesen Fällen die Differenzen $(NO_2)_p - (NO_2)_o$ sich innerhalb der Grenzen 3,02 bis 3,54 bewegen, gestaltet sich die Differenz $(NO_2)_p - (NO_2)_m$ zu einer Größe von ca. 7,56; wenn man daher schließt, daß $(NO_2)_o - (NO_2)_m$ gleich circa 4,28 ist, so ergibt sich, daß die Folge der Ortssubstitution in bezug auf die Volumverhältnisse sich für diesen Fall gestaltet zu: $p > o > m$, wobei die Differenz $(p - m)$ circa zweimal so groß ist als die Differenzen $(o - m)$ und $(p - o)$. Das hier gefundene Resultat stimmt nun aber völlig mit dem¹⁾, was ich vor einiger Zeit auf Grund einer Statistik der Symmetriearten bei stellungsisomeren Derivaten der Benzolreihe für die symmetrieändernde Kraft der drei Substitutionsstellen im Benzol plausibel gemacht habe. Wenigstens zeigt dieser Befund, daß die relativen, sterischen Verhältnisse der Substituenten bei Benzolabkömmlingen genau antiparallel gehen mit den morphotropischen Änderungen, welche diese Substituenten hervorrufen. Auch dieses wurde in oben citierter Publication ausführlich von mir betont²⁾. Nur tritt hier die merkwürdige Beziehung zutage, daß die Stelle, welche den größten Volumwert für das substituierende Radical ergibt, als diejenige erscheint, welche Veranlassung zur Bildung von Substitutionsderivaten von relativ kleinster Symmetrie gibt. Danach würde die symmetrieändernde Kraft vielleicht mit dem Volum des betreffenden Substituenten in gerader Proportionalität stehen, eine Beziehung, welche im gewissen Sinne auf eine Art Wirkung zu schließen erlaubt, welche mit der relativen »räumlichen Concentration« der Materie der betreffenden Gruppe im Verhältnis mit dem Gesamtvolum des Moleküls proportional sein würde; ein derartiges Gesetz hätte viel Wahrscheinliches für sich und steht offenbar vollkommen im Einklang mit dem, was wir von der mutuellen Beeinflussung der Materie bis jetzt wissen; auch die oben gefundene »Abhängigkeit« der morphotropischen Wirkung desselben Substituenten von der schon ein- oder mehrmals erfolgten Substitution derselben Gruppe würde dadurch etwas mehr verständlich sein.

Es lohnt der Mühe, auch die anderen Derivate einmal in gleicher Weise zu studieren.

Das α -1-3-4-Dinitrodiäthyl-Anilin mit dem Volum 478,09 differiert um 4,45 Einheiten vom 1-2-4-Dinitrodiäthyl-Anilin, eine Folge der Differenz $(NO_2)_o - (NO_2)_m$, welche bei den Dimethyl-Anilinen zu circa 4,28 gefunden wurde. Das α -1-3-4-Dinitro-Derivat und das 1-2-4-Dinitro-Derivat differieren um 16,02 resp. 11,87 vom Volum des 1-4-Nitrodiäthyl-Anilins,

¹⁾ F. M. Jaeger, Über molekulare und krystallographische Symmetrie von stellungsisomeren Benzolabkömmlingen. Diese Zeitschr. 88, 569.

²⁾ l. c. 596—600.

entsprechend der Volumänderung $(NO_2)_o - (NO_2)_m$ gegen die schon vorhandene (NO_2) -Gruppe. Die Differenz beträgt 4,45, wie oben, usw.

Was die Volumverhältnisse der in der Aminogruppe substituierten Alkylreste anbelangt, so sei folgendes dazu bemerkt:

	Volum:	443,30	Differ. um 4 (CH_2):
4-2-4-Dinitro-Anilin			
4-2-4-Dinitro-mono-Methyl-Anilin	-	425,24	Diff. + 44,94
4-2-4-Dinitro-Dimethyl-Anilin	-	442,95	- + 47,71
4-2-4-Dinitro-Diäthyl-Anilin	-	473,94	- + $\frac{1}{2}$ (30,99)
4-2-6-Dinitro-Dipropyl-Anilin	-	202,50	- + $\frac{1}{2}$ (28,56)
4-2-4-Dinitro-mono-Isobutyl-Anilin	-	478,09	- - $\frac{1}{2}$ (24,44)

Man ersieht, wie die Volumzunahme für jede (CH_2) -Gruppe genau parallel geht mit Einführung oder Entziehung dieser Gruppe an der Aminogruppe, und wie die Volumänderung im Mittel zwischen 42 und 47 Einheiten schwankt.

Die zweite, hier zu besprechende Frage betrifft die Absorption des Lichtes bei diesen merkwürdigen Körpern.

Theoretisch soll freilich jede doppeltbrechende Substanz Pleochroismus zeigen; bei vielen Körpern ist die ungleiche Absorption des Lichtes aber von so kleinem Unterschiede, daß sie praktisch nicht in Frage kommt.

Das Anilin selbst ist farblos, die Nitroderivate aber sind intensiv gefärbt. Die Farbe kommt der (NO_2) -Gruppe nicht für sich zu, denn es gibt eine ganze Menge nichtfarbiger Nitroproducte; auch ist sie nicht gänzlich auf den Krystallzustand beschränkt, denn in Lösung zeigen die Krystalle dieselbe oder eine etwas abgeänderte Farbe. Es scheinen demnach die mutuelle Lage der (NO_2) -Gruppe zur Aminogruppe, sowie die zu den schon vorhandenen (NO_2) -Gruppen und vielleicht auch in gewissen Fällen eine tautomere Structur der letzteren die hauptsächlichsten Momente dieser Erscheinung zu bilden¹⁾. Die Absorption beim Pleochroismus steht mit dieser Farbe und mit diesen selben Hauptmomenten in innigstem Zusammenhange. Es ist vielleicht interessant, einiges dazu inbetreff der hier untersuchten Körper hervorzuheben.

Die drei Hauptfarben sind rot, orange oder gelb, die hauptsächlichsten Töne bei den pleochroitischen Verbindungen dieser Reihe aber ebenfalls gelb, orange und rot, während in Fällen von Dimorphie die gelben und roten Farben hauptsächlich hier und bei anderen Nitrokörpern abwechseln.

¹⁾ Zu bemerken ist noch, daß die Association der Moleküle zu größeren Complexen, sowohl im festen Zustande, als auch in Lösungen, gelegentlich zur Erklärung der intensiven Farbenercheinungen herangezogen wird.

Von den hier untersuchten Fällen sind:

	Farbe:	Pleochroismus.		
		α -Axe:	β -Axe:	γ -Axe:
1-2-Nitro-Anilin	rotorange	—	hochgelb	orange
1-3-Nitro-Anilin	bräunlichgelb	—	—	—
1-4-Nitro-Anilin	bräunlichorange	—	—	—
1-2-4-Dinitro-Anilin	grüngelb	—	—	—
1-2-4-6-Trinitro-Anilin	gelbbraun, violetter Schimmer	—	—	—
1-3-Nitrodimethyl-Anilin	blutrot	gelb	rot	orange
1-4-Nitrodiäthyl-Anilin	schwefelgelb	—	hellgelb	bräunlichgelb
1-2-4-Dinitromethyl-Anilin	hochgelb	hochgelb	—	hellgelb
1-2-4-Dinitrodimethyl-Anilin	orange	—	—	—
1-2-4-Dinitrodiäthyl-Anilin	orange	hellorange	—	hellgelb
1-3-4-Dinitrodimethyl-Anilin	gelb	—	orange	hellgelb
1-3-6-Dinitrodimethyl-Anilin	blutrot	—	blutrot	orangerot
1-3-4-Dinitrodiäthyl-A. (α)	dunkelrot	hochgelb	orangerot	—
1-3-4-Dinitrodiäthyl-A. (β)	gelb	—	—	—
Doppelverb. von 1-3-4- + 1-2-4-Dinitrodiäthyl-Anilin	orange	orange	orange	citronengelb
1-3-6-Dinitrodiäthyl-Anilin	dunkelrot	carmoisinrot	orangerot	—
1-2-4-Dinitroisobutyl-Anilin	hochgelb	—	hochgelb	hellgelb
1-2-6-Dinitrodipropyl-A.	bräunlichgelb	—	dunkelgelb	hellgelb
1-2-3-4-Trinitrodimethyl-A.	orange	—	—	—
1-3-4-6-Trinitrodimethyl-A.	hell blutrot	orangerot	orange	citronengelb
1-2-4-6-Trinitrodiäthyl-A.	dunkelrot	orangerot	—	orange
1-2-4-6-Trinitroisobutyl-A.	hellgelb	—	orange	hellgelb
1-2-3-4-6-Tetranitro-methyl-Nitroanilin	schmutziggelb	—	—	—

Im allgemeinen läßt sich nur sagen, daß die Stellung 1-3-6- rote Farbe, 1-2-4- gelbe Farbe und 1-3-4- gelbe oder rote Farbe zu verursachen scheint; bei weiterer Substitution entstehen oft Zwischenfarben, z. B. 1-2-3-4-Trinitrodimethyl-Anilin ist orange und das 1-2-4-Dinitro-Derivat ist gelborange, während das 1-3-4-Dinitro-Derivat gelb ist; 1-3-4-6-Trinitrodimethyl-Anilin ist hell blutrot, während das 1-3-6-Dinitro-Derivat dunkelrot und 1-4-6 (= 1-2-4-)-Dinitrodimethyl-Anilin orange ist usw. Streng geht dies aber nicht in allen Fällen so vor sich.

Dagegen sind fast alle 1-2-4-Dinitro-Aniline, welche mir zur Verfügung standen — auch die nicht gemessenen — von hellgelber Farbe; freilich ist die Natur der eintretenden Alkylgruppen auch wirklich von Einfluß, da z. B. die äthylierten Aniline höhere Nüancen von gelb zeigen als die methylierten Aniline. In betreff dieser Farbenfrage, welche deshalb

offenbar ziemlich compliciert erscheint, ist noch zum Schluß zu bemerken, daß die labilere rhombische Form des 1-3-4-Dinitrodiäthyl-Anilins, welche gelb ist im Gegensatze zu der roten α -Modification, am Lichte nicht verändert wird, während die orange Doppelverbindung des roten 1-3-4- und des orangegelben 1-3-4-Dinitro-Derivats am Lichte langsam irreversibel eine rote Färbung erhält.

Ich hoffe, daß die hier publicierte Untersuchung die Bedeutung der Volumverhältnisse der chemischen Radicale innerhalb des chemischen Moleküls für die Frage nach der morphotropischen Wirkung dieser Radicale aufs neue ans Licht gefördert haben möge. Ohne jeden Zweifel ist die räumliche Ausdehnung, die Raumerfüllung der Massen eines chemischen Radicals, im Verhältnis zum Raume des ganzen Moleküls, ein Hauptmoment bei der Bestimmung der formändernden Wirkung, welche das genannte Radical ausübt. Die weitere Verfolgung solcher Raumverhältnisse wird dies zweifelsohne stets schärfer hervortreten lassen

Zaandam, Juli 1904.

VIII. Über Cerussitviellinge von Sardinien.

Von

P. F. Hubrecht in Heidelberg.

(Hierzu Tafel IV—VI und 4 Textfiguren.)

Das Material zu der vorliegenden Arbeit über Cerussitviellinge bildet einen Teil einer reichen Sammlung Sardinischer Bleierze aus dem Besitze von Prof. Goldschmidt in Heidelberg, die mir dieser in liebenswürdiger Weise zur Bearbeitung überließ. Dieser erhielt sie als Geschenk von Herrn E. Ferraris, Director der Gruben von Monteponi, der schon so viele interessante Mineralien von diesem Fundorte der Bearbeitung zugeführt hat.

Die untersuchten Viellingsgruppen stammen von zwei verschiedenen Fundorten.

1) Von einer Grube San Marco, die zu dem Grubenbesitze der Gesellschaft Monteponi gehört und von der, soweit ich in der Literatur finden konnte, Cerussite noch nicht beschrieben worden sind;

2) von der Grube Monteponi, dem bekannten Fundort, der außer den Cerussiten die prächtigen Anglesite und Phosgenite geliefert hat.

Die Bearbeitung der Sardinischen Cerussite im allgemeinen, wie dies von Artini¹⁾ in seiner schönen Publication ausgeführt ist, war nicht die eigentliche Aufgabe der vorliegenden Untersuchung.

Vielmehr ist das Ziel der Arbeit ein mehrfaches, und zwar:

1) Die Beschreibung der interessanten Viellinge von der Grube San Marco, die bis jetzt noch nicht zur Bearbeitung gelangt waren, obwohl besonders einladend zur Untersuchung, indem sie eine ganz eigentümliche Art der Ausbildung und Gruppierung zeigten;

2) die Untersuchung einiger besonders merkwürdiger Viellingsgruppen von Monteponi, in bezug auf ihre eigenartige Verwachsung;

1) Siehe Literaturverzeichnis.

3) die Prüfung von Viellingsgruppen auf gegenseitige Beeinflussung der Individuen, wo sich solche durch Ablenkung von den durch das Gesetz vorgezeichneten Richtungen zu erkennen gibt.

Solche Ablenkungen, denen eine genetische Bedeutung beizumessen ist, wurden für einen anderen Fundort (Mapimi) bereits beschrieben von V. Goldschmidt⁴⁾.

4) Ist hier die Aufgabe gestellt, die Krystallgruppen möglichst genau so wieder zu geben wie sie die Natur ausgebildet hat, ohne Idealisierung. Die einzelnen Individuen und Flächen in ihrer relativen Größe.

Für Viellinge von Monteponi waren andere als idealisierte Bilder in der Literatur nicht aufzufinden, mit Ausnahme von einem Bilde in Artinis Publication (l. c. Taf. II, Fig. 10). Es hat sich nämlich gezeigt, daß sich aus den Größenverhältnissen und den speciellen Eigentümlichkeiten der Anordnung, die im idealisierten Bilde verschwinden, Schlüsse ziehen lassen über genetische Verhältnisse, wie solche im folgenden in einigen Punkten versucht wurden.

5) Beim Cerussit sind im ganzen zwei Zwillingsgesetze bekannt, von denen das eine als nach der Zwillingssebene $m(110)$ bezeichnet wird, das andere nach der Zwillingssebene $r = \infty 3(130)$. Von diesen ist das Gesetz nach m weitaus häufiger und es war allein bekannt, bis Kokscharow das andere Gesetz nachwies und Schrauf es bestätigte.

Durch diese ersten vereinzelt Fälle wurden dann noch eine Reihe weiterer Fälle bekannt, die zeigten, daß das Gesetz eine weitere Verbreitung hat, als man ursprünglich annahm.

Bei den Krystallen von Monteponi hatte Artini das Gesetz bereits für Zwillinge nachgewiesen; nun fand es sich im vorliegenden Material in eigenartiger Ausbildung wieder und zwar nicht nur in Zwillingen, sondern auch in Viellingsgruppen.

Diese sollten Gegenstand besonderer Untersuchung sein, auch sollte geprüft werden, ob und in welcher Weise beide Gesetze in derselben Gruppe vereinigt auftraten.

Die Untersuchung hat ergeben, daß in der Tat beide Gesetze sich an derselben Gruppe fanden und zwar in der Weise, daß Pärchen sich nach dem r -Gesetze vereinigten, um als Ganzes nun nach dem m -Gesetze zur Gruppe höherer Ordnung zusammenzustoßen.

6. Die Zwillinge und Viellinge von Monteponi nach dem r -Gesetze zeigen als herrschend und den Charakter der Combination bestimmend andere Formen als die Zwillinge nach dem m -Gesetze. So fanden sich bei den r -Zwillingen vorzugsweise die Formen r und v , während die beim m -Gesetz herrschenden Formen b , m , p , y , x , (i, k) zurücktraten.

4) N. Jahrb. f. Min., Geol. usw. Beil.-Bd. 15, 562.

Es schien daher von Interesse, zu prüfen, ob ein genetischer Zusammenhang bestehe zwischen dem Auftreten von r als Zwillingssebene und als herrschende Form in der Combination.

Bemerkungen.

ad 3. Diese Ablenkung wurde als eine Stütze für die Auffassung angesehen, daß die Flächennormalen Krafrichtungen sind, die die Partikel zusammenhalten und die ebensowohl zur parallelen Anordnung verknüpfen als auch zur Anordnung in Zwillingsstellung, daß ferner die Zonenebenen als Kraftebenen anzusehen sind und daß solche Krafrichtungen und Kraftebenen sich gegenseitig ablenken, wenn sie nahezu gleich gerichtet sind und daß sie in diesem Falle das Bestreben haben eine mittlere Richtung anzunehmen.

Es schien von Wichtigkeit zu zeigen, daß die Tatsachen (nahezu der Winkel um 60°), die einem so weitgehenden Schlusse zu Grunde liegen, nicht auf einen Fundort (Mapimi) beschränkt sind, sondern daß die sich im gleichen Sinne unter veränderten Verhältnissen und an anderem Orte wiederfinden.

Solche Bestätigung gibt den Schlüssen größere Festigkeit und es erwächst die Aufgabe, nachdem ein zweiter Ort die gleiche Erscheinung gebracht hat, durch weitere Untersuchung zu prüfen, ob das vorliegende Ablenkungsgesetz in der Tat ein allgemeines ist.

Literatur.

- 1804. Haüy, Traité de Minéralogie éd. 1, 8, 485. (Bretagne, Vogesen, Gasimur.)
- 1822. - - - - - éd. 2, 8, 365.
- 1824. Mohs, Grundriß d. Miner.
- 1825. Mohs-Haidinger, Treat. on Min. II, 430.
- 1837. A. Lévy, Description etc. 2, 429. (Mehrere Fundorte.)
- 1846. Hörnes, N. Jahrb. f. Min. usw. 773. (Dognacska, Banat.)
- 1847. Hausmann, Handb. d. Min., Abt. II, 2, 4223.
- 1850. Sandberger, N. Jahrb. f. Min. 270. (Friedrichslegen.)
- 1852. Phillips (Brooke and Miller), Min.
- 1855. Kleszczynski, Jahrb. k. k. geol. Reichsanst. 46. (Přibram.)
- 1861. Peters, Sitzber. Wiener Akad. 44, 454. (Rezbánya.)
- N. Jahrb. f. Min. usw. 638. (Bleiberg, Schemnitz.)
- 1865. v. Zepharovich, Sitzber. Wiener Akad. 51 (4), 402. (Olsa, Kärnten.)
- 1868. Dana, Syst. of Min. 5th Ed.
- 1870. v. Zepharovich, Sitzber. Wiener Akad. 62 (4), 439. (Kirlibaba, Bukowina.)
- 1870. v. Kokscharow, Mat. z. Min. Rußlands VI, 444. (Sibirien.)
- Mém. d. l'Acad. Imp. de St. Pétersb., Serie VII, 16, Nr. 44.
(Ebenda.)
- 1878. Schrauf, Atlas der Krystallformen Taf. 44, 42, 43.
- Tschermaks min. Mitt. 242.
- 1874. v. Lang, Verh. d. russ. min. Ges. St. Petersb. 9, 453. (Mehrere Fundorte.)

4874. Frenzel, N. Jahrb. f. Min. 675. (Langenstriegis.)
 - Min. Lexicon v. Königr. Sachsen 57. (Johanngeorgenstadt.)
4874. v. Zepharovich, Lotos, Dec. 1893, 342. Ref. N. Jahrb. usw. 1875, 342. (Hüttenberger Erzberg, Kärnthen.)
4875. Sadebeck, Pogg. Ann. 156, 558. (Stolberg.)
4876. Seligmann, Verh. nat.-hist. Ver. f. Rheinl. u. Westf. 33. (Friedrichslegen.)
4876. Leonhard, Die Mineralien Badens, Stuttgart. (Badenweiler usw.)
4877. v. Groddeck, Verh. d. k. k. geol. Reichsanst. Wien 422. (Serito Vieira Bueno, Brasilien.)
4878. P. Groth, Die Straßburger Mineraliensammlung 133. (Mehrere Fundorte.)
4878. Vrba, diese Zeitschr. 2, 457. (Rodna, Siebenbürgen.)
4878. Krenner, ebenda 2, 304. (Ebenda.)
4879. vom Rath, ebenda 4, 430. (Ebenda.)
 - Sitzber. Niederrhein. Ges. f. Nat. u. Heilk., Juli. (Ebenda.)
4880. Seligmann, N. Jahrb. f. Min. usw. 1880 (4), 437. (Friedrichslegen.)
4882. Schmidt, Ertek. a. term. tud. kör. Kiadja a. M. T. Akad. 12, 4. Diese Zeitschr. 6, 545. (Telekes.)
4882. Mügge, N. Jahrb. f. Min. usw. 1882 (II), 39. (Cordoba.)
4882. Miers, diese Zeitschr. 6, 598. (La Croix, Vogesen.)
4884. Liweh, ebenda 9, 542. (Hausbaden, Badenweiler.)
4884. Schmidt, Term. Füzetek 8, 84. Diese Zeitschr. 10, 207. (Pelsöcz Ardó.)
4884. v. Zepharovich, Lotos, Dec. (Littai, Krain.)
4886. Bourgeois, Compt. Rend. 108, 1088. Ref. diese Zeitschr. 18, 426. (Künstl.)
4887. vom Rath, N. Jahrb. f. Min. (II), 254. (Leadville, Colorado.)
 - Sitzber. Niederrh. Ges. f. Nat. u. Heilk. 102. Ref. diese Zeitschr. 17, 405.
4888. Negri, Atti R. Istit. Venet. 6, 963. (Auronzo.)
 - Riv. d. Min. Ital. 1889, 4, 44. Ref. diese Zeitschr. 19, 349.
4888. Artini, Atti R. Accad. d. Lincei Mem. serie 4, vol. V. Ref. diese Zeitschr. 19, 344. (Monteponi, Montevecchio.)
4889. Flink, K. Vetenskaps Förhandlingar No. 4. (Pajsberg.)
4890. Gerstendörfer, Sitzb. Wiener Akad. 99 (4), 422. Ref. diese Zeitschr. 21, 445. (Mies.)
4890. Michel, Bull. d. l. Soc. Fr. de Min. 18, 243. Ref. N. Jahrb. usw. 1893 (4), 42. (Malines.)
4890. Jeremejew, Verhandl. k. russ. min. Ges. St. Petersburg. 26, 460. Diese Zeitschr. 20, 489. (Bistschek, Sjemipalatinsk.)
4891. Pirsson, Am. Journ. of Science 42, 405. Ref. diese Zeitschr. 22, 572. (Red Cloud Mine, Yuma Co., Arizona.)
4891. Dannenberg, diese Zeitschr. 18, 64. (Stolberg.)
4891. Tscherne, Verh. k. k. geol. Reichsanst. 244. Ref. diese Zeitschr. 23, 290. (Litica, Bosnien.)
4891. Williams, Johns Hopkins Univ. Circ. No. 87. (Carroll Co., Md.)
4892. Zimányi, Földtani Közlöny 22, 323. Ref. diese Zeitschr. 23, 500. (Kis Muncsel.)
4892. Gonnard, Bull. d. l. Soc. Fr. de Min. 15, 35, 44. Ref. diese Zeitschr. 24, 520. (La Pacaudière, Roanne, Roure, Pontgibaud.)
4892. Johansson, Geol. För. Förhandl. 14, 49. Ref. diese Zeitschr. 24, 488. (Norberg.)
4894. Traube, Zeitschr. d. d. geol. Ges. 46, 30. (Tarnowitz.)

1894. Pratt, *Am. Journ. of Sc.* **48**, 212. Ref. diese Zeitschr. **26**, 423. (Meagher Co., Mont.)
1894. Molengraaff, diese Zeitschr. **22**, 156. (Transvaal Silver Mine, Pretoria.)
1894. Lacroix, *Bull. d. l. Soc. Franc. Min.* **17**, 49. Ref. diese Zeitschr. **26**, 412. (Diabot-Tal, Neu-Caledonien.)
1895. Hobbs, diese Zeitschr. **25**, 265. Highland, Mineral Point, Galena.
- *Am. Journ. of Sc.* **50**, 421. (Missoula Mont.)
1895. Gentil, *Bull. d. l. Soc. Franc. Min.* **18**, 407. Ref. diese Zeitschr. **27**, 630. (Ouarsensis, Algier.)
1895. Osann, diese Zeitschr. **23**, 264. (Gabo de Gata.)
1896. Lacroix, *Compt. rend.* **123**, 955. Ref. diese Zeitschr. **29**, 444. (Laurium.)
1896. Lüdecke, *Die Mineralien des Harzes*. Berlin, Bornträger. Ref. diese Zeitschr. **29**, 484. (Harz.)
1896. Pirsson und Weed, *Bull. U. S. Geol. Surv.* **139**, 458. Ref. diese Zeitschr. **30**, 397. (Montana.)
1896. Artini, *Atti del Soc. Ital. di Sc. nat.* **35**. Ref. diese Zeitschr. **30**, 496. (Gorno.)
1897. Riva, *Rend. d. R. Accad. d. Lincei* (5), **6**, 422. Ref. diese Zeitschr. **31**, 393. (Nebida.)
- diese Zeitschr. **31**, 535. (Rosas.)
1897. Cesàro, *Mém. d. l'Acad. R. d. Sc. d. Lettres et b. Arts d. Belg.* **53**. Ref. diese Zeitschr. **31**, 95. (Belgische Fundorte.)
1897. de Schulten, *Bull. d. l. Soc. Franc. Min.* **20**, 494. Ref. diese Zeitschr. **31**, 75. (Künstlich.)
1897. Mügge, *N. Jahrb. f. Min.* **II**, 78. (Broken Hill.)
1897. d'Achiardi, *Soc. Tosc. di Sc. Nat.* Ref. diese Zeitschr. **31**, 36. (Valdaspera.)
1897. Artini, *Rend. R. Ist. Lomb. di Sc. e Lett.* (3), **30**. Ref. diese Zeitschr. **31**, 401. (Bovegno.)
1897. Buttgenbach, *Ann. d. l. Soc. Geol. d. Belg.* **24**, 57. Ref. *N. Jahrb. f. Min.* 1901 I, 492. (Moresnet.)
1898. - - - **25**, 49. Ref. diese Zeitschr. **32**, 644. (Villers en Fagne.)
1899. Jeremejew, *Verh. k. russ. min. Ges. St. Petersburg* **36** (2), 42. Ref. *N. Jahrb. f. Min.* 1904 (II), 479. (Altai.)
1899. Jimbo, *Journ. Coll. Sc. Tokyo* **11**, 243. Ref. diese Zeitschr. **34**, 247. (Japanische Fundorte.)
1899. Kaiser, diese Zeitschr. **31**, 535. (Rheinbreitbach und Honnef.)
1899. Ohm, *N. Jahrb. f. Min. B.B.* **13**, 4. (Westfalen.)
1900. Millosevich, *Rend. d. R. Acc. d. Linc.* **9** (4), 453. Ref. diese Z. **35**, 497. (Malfidano.)
- *Riv. d. Min.* **24**, 22.
1900. Tacconi, diese Zeitschr. **32**, 498. (Sarrabus, Sardinien.)
1900. Samojloff, *Verh. d. k. russ. min. Ges.* **38**, 343. Ref. diese Zeitschr. **36**, 474. (Ural.)
1900. Barvit, *Sitzb. d. k. böhm. Ges. d. Wiss.* Nr. **36**. Ref. diese Zeitschr. **36**, 303. (Mies.)
1901. - - - Nr. **17**, Nr. **38**.
1901. Artini, *Riv. di Min.* **26**, 58. Ref. diese Zeitschr. **35**, 309. (Laorca.)
- ✓ 1902. Rogers, *Sch. of Mines Quart.* **23**, 433. Ref. diese Zeitschr. **38**, 692. (Phoenixville, Penn.)
1902. Buttgenbach, *Ann. d. l. Soc. Géol. d. Belg.* **29**, 403. Ref. diese Zeitschr. **39**, 497. (Santa Rosalia, Peru.)
1902. Goldschmidt, *N. Jahrb. f. Min. B.B.* **15**, 562. (Mapimi, Mexico.)
1902. Zimányi, *Mag. Chem. Tely.* **8**. Diese Zeitschr. **36**, 252. (Tarkaicza.)
1903. Stibing, *Trav. d. l. Soc. Imp. d. Naturalistes St. Pétersb. C. R. d. Séances* **34** (4), 53. Ref. *N. Jahrb. f. Min.* 1904 II, 20 (Riddersk.).

Beobachtete Formen.

An den von mir gemessenen Krystallen wurden folgende
Formen beobachtet:

Nr.	Buchst.	Symbole		
		Miller	Naumann	Gold- schmidt
1	<i>c</i>	{001}	0 <i>P</i>	0
2	<i>b</i>	{010}	∞ <i>P</i> ∞	0∞
3	<i>a</i>	{100}	∞ <i>P</i> ∞	∞0
4	<i>m</i>	{110}	∞ <i>P</i>	∞
5	<i>χ</i>	{120}	∞ <i>P</i> ₂	∞3
6	<i>r</i>	{130}	∞ <i>P</i> ₃	∞3
7	<i>Γ</i>	{180}	∞ <i>P</i> ₈	∞8
8	<i>x</i>	{012}	$\frac{1}{2}$ <i>P</i> ∞	0 $\frac{1}{2}$
9	<i>q</i>	{023}	$\frac{2}{3}$ <i>P</i> ∞	0 $\frac{2}{3}$
10	<i>T</i> *	{034}	$\frac{3}{4}$ <i>P</i> ∞	0 $\frac{3}{4}$
11	<i>k</i>	{041}	<i>P</i> ∞	01
12	<i>Q</i> *	{054}	$\frac{4}{5}$ <i>P</i> ∞	0 $\frac{4}{5}$
13	<i>S</i>	{032}	$\frac{3}{2}$ <i>P</i> ∞	0 $\frac{3}{2}$
14	<i>i</i>	{024}	2 <i>P</i> ∞	02
15	<i>v</i>	{084}	3 <i>P</i> ∞	03
16	<i>z</i>	{044}	4 <i>P</i> ∞	04
17	<i>n</i>	{054}	5 <i>P</i> ∞	05
18	<i>t</i>	{064}	6 <i>P</i> ∞	06
19	<i>u</i>	{074}	7 <i>P</i> ∞	07
20	<i>n</i>	{094}	9 <i>P</i> ∞	09
21	<i>y</i>	{102}	$\frac{1}{2}$ <i>P</i> ∞	$\frac{1}{2}$ 0
22	<i>π</i>	{302}	$\frac{2}{3}$ <i>P</i> ∞	$\frac{2}{3}$ 0
23	<i>γ</i>	{113}	$\frac{1}{3}$ <i>P</i>	$\frac{1}{3}$
24	<i>o</i>	{112}	$\frac{1}{2}$ <i>P</i>	$\frac{1}{2}$
25	<i>p</i>	{111}	<i>P</i>	1
26	<i>s</i>	{121}	2 <i>P</i> ₂	12
27	<i>φ</i>	{131}	3 <i>P</i> ₃	13
28	<i>w</i>	{211}	2 <i>P</i> ₂	21

Die mit einem * bezeichneten Formen sind neu für Cerussit.

Um die **Zwillingsbildung** an unserem Cerussit etwas eingehender zu betrachten, mögen erst einige Begriffe festgelegt werden.

Zwilling sei ein symmetrisches Krystallpaar. Halten wir diese Definition fest, so hat jeder Zwilling eine Zwillingsebene im folgenden Sinne:

Zwillingsebene ist die Symmetrieebene des Paares.

Zwillingsaxe ist eine Senkrechte zu dieser Ebene.

Besteht das Paar aus den Individuen I und II, so kann man I in Stellung II durch Drehung um 180° überführen.

Zwillingsebene ist ein formeller Begriff. Er ist seit langem in der

Krystallographie üblich und ist sehr gut geeignet uns in wenigen Worten das Zwillingsgesetz auszudrücken.

Für genetische Betrachtungen ist es nötig, noch einige weitere Begriffe einzuführen. In einer demnächst erscheinenden Publication von Goldschmidt und Nicol sind einige dieser Begriffe dargelegt (vgl. auch Goldschmidt, Über nicht parallele Verknüpfung der Krystallpartikel¹⁾).

Deckflächen. Wir beobachten, daß in I und II verschiedene Flächen der Richtung nach sich decken. Ist das der Fall, so decken sich auch die Normalen dieser Flächen, die wir als Krafrichtungen ansehen, und es decken sich die Projectionspunkte der Flächen im Projectionsbilde. Solche Flächen nennen wir Deckflächen. In der gnomonischen Projection erscheinen die Deckflächen als Deckpunkte. Die Normalen der Flächen betrachten wir als Richtungen der verknüpfenden Kräfte. Je mehr solcher sich decken, je mehr Deckflächen vorhanden, desto fester ist die Verknüpfung zwischen I und II.

Deckzone sei eine Zone, die I und II gemeinsam ist, ob sich darin Einzelflächen decken oder nicht. Am besten erkennt man sie im gnomonischen Bilde.

In den meisten Deckzonen liegen mehrere Deckflächen.

Es gibt Zonen, in denen alle Flächen von I und II sich decken; solche wollen wir absolute Deckzonen nennen. Solche sind besonders wichtig.

Eine absolute Deckzone beim Zwillinge nach dem m -Gesetze ist die Zone c, p, m , beim zweiten Gesetze c, r .

Eine sehr wichtige Deckzone beim Cerussit, die aber keine absolute ist, zeigt uns die Prismenzone. In ihr liegen die wichtigen Flächen b, m, r, a . Decken sich die Prismenzonen bei I und II, so decken sich auch die c -Flächen. Beide unterstützen einander und wirken gleichzeitig. Man kann also ebensogut die Flächen c wie die Prismenzone als Hauptverknüpfer ansehen.

Die Deckflächen und Deckzonen haben genetisch eine große Bedeutung, weil wir sie als die Verknüpfer betrachten.

Zu einer formellen Definition des Zwillingsgesetzes sind sie nicht so gut geeignet, weil ihrer viele sind und man genetisch die Art der Verknüpfung nicht so kurz aussprechen kann, wie durch Nennung der Zwillingssebene bei der Drehung um 180° von selbst mit verstanden ist.

In unserem Falle sind also bei dem einen Gesetze $c = 0(001)$, $p = 4(111)$ und $m = \infty(110)$ Deckflächen, bei dem anderen Gesetze c und $r = \infty 3(130)$.

Die Zwillingsbildung hat nun äußerlich zustande gebracht Zusammenstoßen, Juxtaposition oder Einanderdurchkreuzen. Eigentlich nur im ersten Falle kann man von einer Verwachsungsebene sprechen.

¹⁾ Diese Zeitschr. 1898, 29, 361.

Verwachsungsebene ist also die Fläche, in der die Individuen I und II zusammenstoßen. Sie ist meist keine Ebene, sondern verläuft unregelmäßig, krumm oder verzahnt¹⁾.

Ist die Verwachsungsfläche eine Ebene, so nennen wir sie Verwachsungsebene. Sie ist dann eine krystallonomisch wichtige Fläche oder steht senkrecht zu einer solchen. So ist es beim Cerussit.

Juxtapositionszwillinge haben eine mehr oder minder ebene Verwachsungsfläche.

Bei Cerussiten nach dem m -Gesetze ist m oder eine Ebene senkrecht zu m Verwachsungsebene. Ist das letzte der Fall, so stoßen I und II nach

Fig. 1.

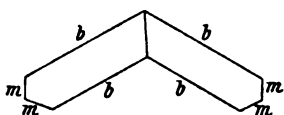


Fig. 2.

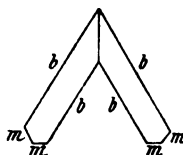
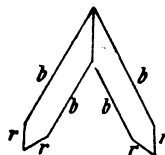


Fig. 3.



ihrer Längserstreckung $\parallel b$ unter stumpfen Winkel zusammen (Fig. 1). Im ersten Falle wird ein spitzer Winkel gebildet (Fig. 2). Wir unterscheiden danach stumpfe und spitze Zwillinge nach m . Bei dem Gesetze nach r haben sich bis jetzt nur solche Pärchen gefunden, bei denen r selbst Verwachsungsebene ist. Dann stoßen I und II ihrer Längserstreckung $\parallel r$ nach spitz zusammen (Fig. 3).

Durchkreuzungszwillinge nennen wir solche, bei denen beide Enden von I und II frei hervorstehen, welches auch im gemeinsamen mittleren Gebiete die Abgrenzung sei. Diese kann sehr mannigfaltig sein. Im Begriff Durchkreuzungszwilling, der praktisch bequem ist und eine oberflächliche gute Anschauung gibt, steckt genetisch mancherlei. Einiges werden wir hier bei unseren Cerussiten kennen lernen und beschreiben.

Ein Teil der Aufgabe dieser Arbeit ist der Versuch, in die Art der Verwachsung dieser merkwürdigen und mannigfaltigen Gebiete, die meist unter dem allgemeinen Namen Durchkreuzungszwillinge und Viellinge angeführt werden, etwas Klarheit zu bringen.

Für die Abbildung vorliegender Krystallgruppen eignen sich vorzugsweise die Kopfbilder, d. h. parallele Projection senkrecht zur Basis, bei denen die Prismen zu Linien verkürzt erscheinen. Für das Studium der genetischen Beziehungen, die gerade zu dieser Anordnung geführt haben, dient am besten die **gnomonische Projection** und zwar die normale, d. h.

¹⁾ Vergl. Goldschmidt, Über nicht parallele Verknüpfung der Krystallpartikel, loc. cit.

mit der Basis als Projectionsebene. Wollen wir nun die Vorteile beider Darstellungsarten vereinigen, so empfiehlt es sich, zu dem Kopfbilde der Gruppe das gnomonische Bild in gleicher Orientierung zu stellen. Das ist in Fig. 17, Taf. VI geschehen.

Im Kopfbilde liegen die Einzelindividuen der Gruppen nebeneinander, im Projectionsbilde dagegen fallen die gleichen Richtungen der verschiedenen Individuen zusammen. Sind es nun mehrere Krystalle, so verwirrt sich das Bild, und es ist nötig, den Einzelindividuen besondere Abzeichen zu geben, die das Zusammengehörige vereinigen, von dem anderen scheiden. Hierzu empfiehlt sich das Einzeichnen einiger wichtiger Zonenlinien und das Bezeichnen der Individuen durch Farben. Diese macht man dann im Kopfbilde und gnomonischen Bilde gleich. Dabei kann man gleich gerichtete Individuen mit der gleichen Farbe bezeichnen auch dann, wenn sie nicht zusammenhängen, sondern nur durch das gleiche Zwillingsgesetz mit einem dritten Individuum verbunden sind.

Beim Vergleiche der Projectionsbilder und ihrer Beziehungen handelt es sich nun besonders um das Studium der Hauptpunkte und Hauptzonen. Das sind folgende:

Die Basis $c = 0(001)$.

Das Pinakoid $b = 0\infty(010)$.

Die Prismen $m = \infty(110)$

$r = \infty 3(130)$.

Die Domen $x = 0\frac{1}{2}(012)$

$k = 01(011)$

$i = 02(021)$

$v = 03(031)$

$y = \frac{1}{2}0(102)$.

Die Pinakoide $p = 1(111)$.

Die wichtigsten Zonen sind:

Die Prismenzone $\{bm\}$.

Die Axenzone $\{cxkivb\}$.

Die Diagonalzone $\{cpm\}$.

Bei unserem speciellen Vorkommen spielt noch eine Zone $\{cr\}$ eine Rolle, die sonst nicht wichtig ist.

Im Projectionsbilde Fig. 17, Taf. VI sind drei vereinigte Individuen durch die Farben rot, blau und gelb ausgezeichnet, und die Zonenlinien auch farbig angemalt. Für jedes Individuum können wir ein Rechteck zeichnen, dessen Eckpunkte die Projectionspunkte der Flächen der Grundpyramide p sind. Die Kanten sind die Zonenlinien p, k, p und p, p . Die Diagonalen sind die Richtungen der Flächennormalen von m am Rande des Bildes als Strich angegeben. Die Mittellinien parallel der kurzen und langen

Kante des Rechteckes sind die Richtungen der Axenzonen, die vom Pol c zu den Pinakoiden $a = \infty 0$ und $b = 0 \infty$ führen.

Bezeichnung der Orientierung eines Krystalles. Die Orientierung eines Krystalles ist gegeben durch die Lage seiner Flächen im Raume. Diese Flächen sind jedoch der Richtung nach fest unter sich verbunden. Den Verband zeigt das Projectionsbild. Es genügt daher zur Fixierung der Orientierung eines Krystalles die Angabe der Lage des Poles und eines bestimmten ersten Meridians. Für jede Krystallart wählt man einen Meridian fest als Anfangsmeridian.

So hat man beim Cerussit die Richtung cb als Anfangsmeridian gewählt. Von diesem aus werden die Winkel φ abgezählt.

Wenn wir nun den Winkel, den zwei Individuen in Zwillingstellung mit einander bilden, bestimmen wollen, so braucht man nur den Winkel, den die erste Meridiane, die b -Richtungen einschließen, anzugeben resp. aus der Figur abzulesen.

Es ist derselbe, den die entsprechende a -, m - oder r -Richtung mit einander machen, und zwar:

für die Zwillinge nach m	62° 46'	resp.	117° 14'
- - - - - r	57 18	-	122 42.

Zum Vergleiche benutzen wir gewöhnlich nur die b -Richtung, die ein für alle Mal als Anfangsmeridian angenommen ist.

Da, wo die zum Zwillinge verbundenen Individuen eine gemeinschaftliche Prismenaxe, also auch gemeinsamen Pol haben, gestaltet sich die Behandlung besonders einfach. Wir brauchen da nur einen Winkel, der in der Prismenzone liegt, also sofort im gnomonischen Bilde zu finden ist, um die Position der Individuen zu einander zu bestimmen. Dies ist bei unseren Cerussitviellingsen der Fall.

Betrachten wir nun das Projectionsbild Fig. 17, Taf. VI, das zu dem darüber stehenden Kopfbilde Fig. 15 gehört, näher, so treten uns dann drei der oben besprochenen Rechtecke entgegen, deren jedes einem Individuum entspricht. Ein rotes, ein blaues und ein gelbes. Das blaue und gelbe Rechteck haben zwei Eckpunkte gemeinsam, ja die ganze Zone cpm .

Es sind zwei Individuen, das blaue und das gelbe, verzwillingt nach dem m -Gesetze, wie man dies gerade an diesem Decken der p -Punkte schon sofort aus der Zeichnung erkennen kann.

Das rote und das blaue Individuum bilden einen Zwilling nach dem r -Gesetze. Infolgedessen haben sie die Zone cr gemeinsam. In dieser Zone liegen keine wichtigeren Punkte. Die beiden Rechtecke blau und rot haben daher keine entsprechenden Punkte gemeinsam. Nur die roten und blauen r -Punkte fallen zusammen, die sich als Striche auf dem Rande des Bildes darstellen.

In dieser Weise wird ein solches farbiges Projectionsbild ein Hilfsmittel, woraus man die Beziehungen zwischen den Einzelindividuen gut übersehen kann. Jedes Individuum hat sein eigenes Rechteck in bestimmter Stellung, und die Winkel, die die Rechtecke zusammen machen, treten im Bilde deutlich hervor, woraus die Art der Zwillingsbildung folgt.

Zur Verdeutlichung der Verhältnisse sind das Kopfbild und das perspectivische Bild zu diesem gnomonischen Projectionsbilde gehörig angegeben in der Lage, in der sie sich zu einander beziehen.

Wir sehen, wie die Richtungen der Krystalle im Kopfbilde übereinstimmen mit den Richtungen der dazugehörigen Rechtecke im gnomonischen Bilde. Man kann bei einer Betrachtung des Kopfbildes nicht einfach sagen, das blaue und gelbe Individuum machen einen Winkel von $62^{\circ} 46'$, ohne dabei zu denken, daß eine bestimmte Richtung des einen Individuums diesen Winkel mit der entsprechenden Richtung im anderen Individuum mache. Es ist dabei gleichgültig, welche Richtung und welchen Meridian wir dabei zum Vergleiche nehmen.

Wahl des Vergleichsmeridians. In der Regel nehmen wir dazu den Anfangsmeridian, d. h. den Meridian cb . Oft ist es jedoch vorteilhaft, statt dessen einen anderen Meridian zu nehmen. Von solchen kommen für unsere Cerussite wesentlich drei in Betracht.

- 1) Der Meridian durch $a = \infty 0 = \text{Meridian } 90^{\circ}$.
- 2) Der Meridian durch $m = \infty$ und $p = 1$. Meridian $58^{\circ} 37'$.
- 3) Der Meridian durch $r = \infty 3 = \text{Meridian } 28^{\circ} 39'$.

Jede dieser Bezeichnungen hat ihre Vorzüge. Der Drehungswinkel der Individuen gegen einander ist der gleiche, nach welchem Meridian man auch die gegenseitige Orientierung bezeichnen mag, denn alle Meridiane im selben Individuum sind fest verbunden.

Bezeichnung nach Meridian $a = \infty 0 = \text{Meridian } 90^{\circ}$ hat folgenden Vorzug. Die Cerussitkrystalle sind meist säulenförmig oder tafelig, gestreckt in der Richtung des Meridians 90° durch vorzugsweise Ausbildung der b -Flächen. Der Meridian 90° gibt somit ein Bild der Erstreckung des Krystalles und somit des Krystalles selbst. So gibt in diesem Falle die Richtung der Meridiane die beste Anschauung der gegenseitigen Lage der Individuen I und II.

Bezeichnung nach Meridian $m = \text{Meridian } p$. Dies hat folgenden Vorzug. Drehe ich Krystall I um $62^{\circ} 46'$, so fällt der eine Meridian $cp = cm$ zusammen mit dem anderen Meridian cp von II. Im Projectionsbilde Fig. 17, Taf. VI ist dies ersichtlich. Ein Meridian cp (blau) kommt nach einem Meridian cp (gelb). Dann decken sich je eine Zone cpm von I und II. Das ist die Ursache der Zwillingsverknüpfung, das ist das genetisch Wichtige. Die Bezeichnung nach dem Meridian cpm sagt also genetisch

das Meiste aus. cpm ist unsere Hauptdeckzone. Die Bezeichnung nach Meridian m bringt diese Drehung von der ersten in die zweite Stellung zum Ausdruck und zwar gerade für das specielle Zwillingsgesetz, das Hauptgesetz: Zwillingssebene $m = \infty$.

Im Projectionsbilde ist diese Bezeichnung der Drehung nach Zone cpm dadurch besonders anschaulich, weil sie zeigt, wie die charakteristischen Rechtecke des Bildes sich drehen. Ein Eckpunkt p wandert bis zur Drehung mit dem anderen.

Bezeichnung nach Meridian $r = \infty$. Hier gilt wesentlich das in bezug auf Meridian m gesagte. Nur entfallen hier die Deckpunkte p . Die Bezeichnung empfiehlt sich für Zwillinge nach dem r -Gesetze.

Auch ein anderer Meridian kann unter Umständen zur Bezeichnung der Drehung mit Vorteil angewandt werden. So haben wir bei dem Monteponi-Cerussit-Pärchen nach dem r -Gesetze vereinigt zu einer Gruppe nach dem m -Gesetze (Fig. 5, Taf. IV). Die gegenseitige Lage der Pärchen bezeichnet man da am besten durch die Drehung um $62^{\circ}46'$ der Mittellinie der Pärchen im Kopfbilde. Diese Mittellinien laufen parallel der Prismenkante r , stehen also senkrecht auf dem Meridian cr .

Allgemein, nimmt man die Anschauung aus dem gnomonischen Bilde, was die Regel ist, so dienen zur Bezeichnung der Orientierung am besten die Meridiane. Nimmt man sie aus dem Kopfbilde, so sind die Tracen der Prismen und Pinakoide mrb anschaulicher.

Wir wollen uns im folgenden meist der Position der b -Fläche als ersten Meridian bedienen, um in bezug auf diesen die Verhältnisse klar zu legen. Wenn also kurzweg erwähnt wird, daß zwei Individuen einen Winkel mit einander bilden, so ist der Winkel der entsprechenden b -Flächen resp. der Meridiane cb gemeint.

Cerussit von San Marco.

Auf einem gelben Kalksteine liegen ausgestreut eine große Anzahl Zwillings- und Viellingsgruppen. Die Kryställchen sind klein, stengelig, etwa 5 mm lang, 2 mm dick, von grauweißer Farbe und fast metallischem Glanz. Während die Individuen der Cerussitviellings sonst meist tafelig sind durch breite und hohe b - und hohe m -Flächen, sind hier b und m niedrig durch Vorherrschen der Domenzone $k = 01(011)$, $i = 02(021)$ und $v = 03(031)$. Dies gibt den Einzelkryställchen einen stengeligen ungewöhnlichen Habitus.

Ferner fällt bei Betrachtung der Gruppen auf, daß die Individuen meist zu zweien oder dreien unter stumpfem Winkel von circa 180° zusammenstoßen, während man gewöhnt ist, die Individuen der Cerussitdrillinge unter spitzem Winkel zusammen zu sehen.

Es ist bemerkenswert, daß der erste abgebildete und beschriebene Cerussitvielling ein solcher stumpfer Drilling gewesen sein dürfte. Er findet sich in Haüy's *Traité de Minéralogie* 1822, III, 374. Die Stelle, die auch interessant ist wegen Haüy's Auffassung der Zwillingsbildung, möge hier abgedruckt werden:

Plomb carbonaté triple.

Cette variété qui se trouve aussi dans les mines de la Bretagne paraît résulter d'un assortiment de trois prismes hexaèdres comprimés semblable à celui de la variété 57.

On voit, figure 65, la coupe transversale de cet assemblage. Les prismes ont à chaque sommet une facette oblique, en sorte qu'ils présentent l'aspect de trois lames en trapèzes réunis par leurs grandes bases. Pour que ces prismes s'arrangent autour du point *c*, sans laisser de vide, il faut supposer que l'aplatissement de l'un ait lieu dans un sens différent de celui des deux autres; en sorte que parmi les trois angles qui concourent en ce même point *c*, l'un soit de $117^{\circ} 4'$, et les deux autres de $121^{\circ} 28'$ auquel cas la même différence existera entre les angles *a*, *b*, *n*. Mais c'est ce que je n'ai pu vérifier.

Das ganze vom gewöhnlichen so sehr abweichende Aussehen dieser Krystalle war Herrn Director Ferraris so merkwürdig erschienen, daß er diese Krystallstufe zur Untersuchung einsandte.

In der Tat haben sich die Individuen bei eingehender Bearbeitung als recht interessant erwiesen.

Was den stumpfen Winkel betrifft im Gegensatze zum spitzen Winkel, so war von diesem bereits oben (S. 154) die Rede. Er entspricht beim *m*-Gesetze einer Verwachsung nach der Zwillingsene.

Beschreibung der gemessenen Zwillings- und Viellingsgruppen.

Gruppe 1 ist in Fig. 1, Taf. IV dargestellt und zwar zeigt Fig. 1 das Kopfbild oder die Ansicht von oben, Fig. 2 den Aufriß oder die Ansicht von vorn. Beide Figuren zusammen im Verein mit den Farben dürften die Gruppierung verständlich machen. Die Gesamtgruppe hat eine Größe von 3 mm nach Länge, 2 mm nach Breite und 1 mm nach Höhe. Sie zeigt einen Aufbau in zwei Etagen übereinander. Die obere Stufe besteht aus zwei Individuen, blau und grün der Figur, die nach dem *m*-Gesetze verbunden sind. Die untere Etage besteht ebenfalls aus zwei Individuen (rot und gelb), dürfte jedoch, worauf die Winkel hinweisen, aus drei Individuen bestanden haben, von denen das eine ausgebrochen ist.

Außer den Winkeln spricht dafür eine Bruchstelle, die mit braunen Farben angegeben ist. Rot, braun, grün bilden einen Drilling nach *m*. Beide Etagen haben die Prismenzone gemein, so daß ein einheitliches Polarstellen und Durchmessen möglich ist.

Die *b*-Flächen sind nicht hoch. Es herrscht die langgestreckte Domenzone *xkib* und gibt den Kryställchen einen stengeligen Habitus. Nur der grüne Krystall ist mehr tafelig.

Die Krystalle blau und grün sind an beiden Enden ausgebildet und durchkreuzen sich. Doch läßt sich an ihnen ein stärkeres Hauptende (hinten) und ein schwächerer Fortsatz (vorn) unterscheiden. Das Hauptende dürfte als der eigentliche Zwillling anzusehen sein, die schwächeren Enden als Ergänzungen rückwärts. Beide Enden sind, wie die Messung zeigt, streng gleich gerichtet. Ebenso sind die beiden Enden von rot der anderen Etage gleich gerichtet. Gelb hat nur ein Ende.

Die Messungen wurden in der Weise durchgeführt, daß die ganze Gruppe nach der gemeinsamen Prismenzone am zweikreisigen Goniometer polar gestellt und so durchgemessen wurde, als sei es ein einziger Krystall.

Obwohl die farbige Zeichnung den Zusammenhang einfach klar legt, waren die Verhältnisse beim Anfang der Messung nicht so selbstverständlich. Auf eine genaue Skizzierung dieser complicierten Gruppe als Vorarbeit muß viel Wert gelegt werden, damit man gut orientiert ist, zu welchen Individuen die Reflexe gebenden Flächen gehören. Letzteres war nicht immer ohne Schwierigkeit zu bestimmen. Durch Vermittelung der Positionswinkel φ und ϱ wird ein gnomonisches Projectionsbild dargestellt.

Die den Flächen entsprechenden Punkte sind auch mit gleicher Farbe angegeben. Dies hilft wesentlich die Verhältnisse klar zu legen.

Um die gegenseitige Lage der Individuen anzugeben, wurde für jedes aus allen seinen Flächen der erste Meridian bestimmt. Derselbe ist wesentlich festgelegt durch die Domenzone $xkib$, doch wurden zu seiner Bestimmung auch die anderen Flächen $mryp$ herangezogen.

Wie oben angegeben, genügt die Angabe je eines Winkels, z. B. des Winkels des ersten Meridians, um die gegenseitige Orientierung der Individuen anzugeben, da die Prismenzone allen gemeinsam ist und eine Drehung um diesen Winkel das eine Individuum in die Lage des anderen überführt.

In diesem Sinne können wir von dem Winkel zweier Individuen reden. Die Position der Winkel des σ -Meridians der einzelnen Krystalle gegen die σ -Ablesung am Verticalkreise des Goniometers bezeichnet, wie wir oben S. 156 sahen, die Orientierung des Krystalles. Wir maßen diesen Winkel v_0 . Die Messung ergab für die Meridiane der einzelnen Individuen folgende Positionen, aus denen die gegenseitigen Drehungen abgelesen werden können.

Krystall	Position r_0	Drehung	
Blau	340 0'	} 122 42 125 30	620 49'
Grün	334 41		570 18'
Gelb	36 48		54 30
Rot	271 18		

Aus diesen Differenzen läßt sich erkennen, daß die Art der Verwachsung folgende ist:

Blau und grün haben die Neigung $62^{\circ}49'$ entsprechend dem m -Gesetze (berechnet $62^{\circ}46'$).

Rot und gelb haben die Neigung $125^{\circ}30' = 2 \times 62^{\circ}45'$. Das ist gerade der doppelte Winkel des m -Gesetzes.

Wir schließen daraus, daß es ein Drilling ist, zu dem ein leider ausgebrochener Krystall (braun) gehört, dem ein Abstand von $62^{\circ}45'$ gegen gelb und rot zuzuschreiben ist.

Eine Verknüpfung der oberen Etage mit der unteren hat sich nach dem r -Gesetze vollzogen. Diese Tatsache ist uns von ganz besonderem Interesse. Wir haben hier die beiden am Cerussit bekannten Zwillingsgesetze in ganz eigentümlicher Weise verknüpft. Rot und blau bilden doch den Winkel $57^{\circ}18'$, den das r -Gesetz erfordert. In jeder Stufe kommt das m -Gesetz vor. Die beiden Etagen aber hängen durch das r -Gesetz zusammen.

Jetzt verstehen wir genetisch, man kann sagen historisch die ganze Gruppe, die mit Einschließung des abgebrochenen braunen Krystalles ein Fünfling ist.

Die untere Etage ist die ältere, sie bildet einen Drilling rot, braun, gelb nach m . Auf sie hat sich jünger die obere Etage blau, grün gesetzt, so zwar, daß sich blau nach dem r -Gesetze mit rot anschloß. Das jüngste Gebilde ist grün, das sich nach m an blau angesetzt hat.

Die älteren Krystalle der unteren Etage sind größer und flächenarmer und haben auch langstengeligen Habitus. Die jüngeren oberen sind kürzer, flacher und flächenreicher. Analoges zeigt sich bei anderen Gruppen des gleichen Fundortes. Analoge Bildungen werden wir beim Cerussit von Monteponi kennen lernen. Dort finden wir auch beide Zwillingsgesetze zusammen.

Beobachtet sind folgende Formen:

b	a	m	r	Γ	x	k	S	i	v	n	y	π	o	g	p	s	φ
∞	∞	∞	∞	3	∞	$0\frac{1}{2}$	01	$0\frac{1}{2}$	02	03	05	$\frac{1}{2}$ 0	$\frac{3}{2}$ 0	$\frac{1}{2}$	$\frac{1}{3}$	4	12 43
010	400	410	420	480	042	044	032	024	034	054	402	302	442	413	411	424	434

Gruppe 2 ist als Kopfbild in Fig. 4, Taf. IV dargestellt. Die Dimensionen sind 5 mm Länge, 4 mm Breite und 4 mm Höhe. Im Habitus ein ähnliches Gebilde als das vorher beschriebene. Drei Individuen, 1, 2, 3, mit den Farben rot, grün und gelb belegt, bilden einen Drilling, indem sie unter dem stumpfen Zwillingswinkel $117^{\circ}44'$ zusammenstoßen, wie es das m -Gesetz fordert. Oben auf dieser Gruppe ist noch ein Zwillings, 4, 5, nach

m zu finden, von dem das eine Individuum mit einer Schwankung von wenigen Minuten dem unteren roten parallel gestellt ist.

Interessant an dieser Gruppe ist, daß zu dem stumpfen Drilling, 1, 2, 3, ein stumpfes Pärchen getreten ist, und sich als selbständiges Gebilde orientiert aufgelagert hat. Wir unterscheiden oben:

1) Stumpfer Zwilling nach dem m -Gesetze. Dabei ist Zwillingsebene = Verwachsungsebene.

2) Spitzer Zwilling nach dem m -Gesetze. Dabei ist Zwillingsebene senkrecht zur Verwachsungsebene.

In unserer Gruppe haben wir zugleich einen stumpfen Zwilling und einen stumpfen Drilling. Beide gesetzmäßig aneinander gelagert.

In Gruppe 5 werden wir ein Beispiel eines spitzen Zwillings vom selben Fundorte kennen lernen.

Beim Weiterwachsen über den Vereinigungspunkt rückwärts (Durchkreuzung) läßt sich oft nicht sagen, ob der spitze oder der stumpfe Winkel vorkommt und die Verwachsung dementsprechend eine spitze oder stumpfe ist.

Deshalb interessiert uns dies klare Beispiel.

Beobachtete Formen an dieser Gruppe waren:

b	m	r	x	k	S	i	v	y	π	g	o	p
0∞	$\infty 0$	$\infty 3$	$0\frac{1}{2}$	01	$0\frac{3}{2}$	02	03	$\frac{1}{2}0$	$\frac{3}{2}0$	$\frac{1}{2}$	$\frac{1}{2}$	1
010	110	130	012	011	032	021	031	102	302	113	112	111

Obwohl sich die ganze Gruppe ausgezeichnet nach der Prismenzone polar stellen ließ, gaben die einzelnen Individuen bei der Bestimmung des ersten Meridians Schwierigkeiten, indem die große gut entwickelte x -Fläche nicht absolut genau mit $b = 0\infty$ in einer Zone lag. Dadurch war kein exacter Mittelwert für den ersten Meridian direct aus der Domenzone zu bekommen und war es nötig, aus allen guten Flächen eine Mittelstellung für die Position der b -Fläche, durch die unser Nullmeridian geht, zu suchen.

Krystall	Position x_0	Drehung	
Gelb	69° 25'	} 62° 45' 117° 45'	
Grün	6 40		
Rot	123 48		117 8 62 52
Blau	60 48		63 0 117 0
Gelb	69 25	8 37	

Die Winkel entsprechen mit genügender Annäherung denjenigen, die das Zwillingsgesetz nach m erfordert. So auch der gemessene Winkel 8° 37' zwischen gelb und blau. Der theoretische Winkel würde $3 \times 62^\circ 46' - 180^\circ = 188^\circ 18' - 180^\circ = 8^\circ 18'$ sein.

In den Abweichungen ist eine Gesetzmäßigkeit nicht zu sehen. Sie bewegen sich in Grenzen, in denen Flächenpositionen schwanken bei nicht ganz tadelloser Ausbildung.

Reihenfolge der Bildung. Ziehen wir noch die Größenverhältnisse in Betracht, so können wir unsere Gruppe folgendermaßen deuten. Die Bildung geht von dem roten Krystalle 1 aus; daran legt sich unter stumpfem Winkel 2, daran 3. Jedes jüngere kleiner werdend. Als jüngstes und schwächstes Gebilde erscheint das zuletzt aufgesetzte stumpfe Pärchen 4, 5.

Gruppe 3. Sie sieht beiden vorher beschriebenen Gruppen ähnlich und wird darum hier nicht weiter abgebildet. Ihre Dimensionen waren: Länge 5 mm, Breite 3 mm, Höhe 2 mm. Es ist der Ausbildung nach ein stumpfer Zwilling. Die beiden Individuen durchkreuzen einander derartig, daß zwei kurze und zwei längere Stücke entstehen. Die ganze Gruppe ist aus drei Schichten aufgebaut. Oben darauf hat sich noch ein flacher Zwilling aufgelegt, der mit den unterliegenden genau gleich orientiert ist.

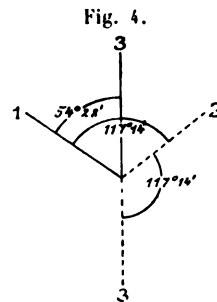
Es ergaben sich aus der Messung folgende Positionen der Meridiane.

Krystall	Position ϵ_0	Drehung
I.	271° 25'	} 62° 47'
II.	334 42	
III.	94 22	
IV.	154 46	
		447 40
		62 54

Also der Winkel, der vom Zwillingsgesetze verlangt wird. Zwischen dem dritten und vierten Individuum eine kleine Abweichung, die aber nicht wesentlich ist. Die Formen, welche an dieser Gruppe vorkommen, sind dieselben, welche schon bei Gruppe 2 angegeben wurden. Außerdem wurden hier als schmale Flächen die Domen $r = 04$ und $n = 05$ beobachtet.

Gruppe 4. Ein scheinbar einfacher Zwilling ist in Fig. 7, Taf. V dargestellt. 2 mm lang, 4 mm breit und $\frac{1}{2}$ mm hoch. Die gewöhnlichen Formen wurden hier gefunden und die langgestreckte Domenzone gibt dem Krystalle einen dünnstengeligen Habitus. Bei der Messung stellte sich heraus, daß die beiden Individuen einen spitzen Winkel von 54° 46' miteinander bilden. Dieser Winkel entspricht keinem der beiden Zwillingsgesetze. Er erklärt sich, wenn wir eine versteckte Drillingsbildung annehmen, bei der das eine Individuum abgebrochen oder überwachsen ist.

Nebenstehende schematische Fig. 4 möge dies illustrieren.



Berechnet: $117^{\circ} 14' + 117^{\circ} 14' - 180^{\circ} = 54^{\circ} 28'$.

Gemessen: $54^{\circ} 46'$.

An der Zwillingingsgruppe konnte allerdings von dem dritten Individuum nichts bemerkt werden.

Eine ähnliche versteckte Zwillingbildung beschreibt Al. Schmidt am Cerussit von Telekes¹⁾. Da kommt auch derselbe Winkel vor, welcher diese Deutung berechtigt. Die Beschreibung und Abbildung dieses Pärchens erscheint von Interesse, weil es zeigt, wie ähnlich das Aussehen sein kann bei ganz verschiedenartiger Bildung. Dem Habitus nach würde man diese Gruppe von einem spitzen Vielling nach *m* oder *r* nicht unterscheiden.

Gruppe 5. Ein zweifellos spitzer Zwilling ist in Fig. 8, Taf. V dargestellt; Länge $2\frac{1}{2}$ mm, Breite $1\frac{1}{2}$ mm, Höhe $\frac{1}{2}$ mm. Individuum 1 ist das größte und offenbar älteste Stück. An 1 hat sich der spitze Zwilling 2, 3 angesetzt. Dieser konnte noch als ein stumpfer gedeutet werden, indem 1 auch als Verlängerung von 3 in Richtung des stumpfen Winkels angesehen werden kann. Dagegen sitzt 4, 5 unzweideutig als spitze, jüngste Gruppe im spitzen Winkel von 2, 3.

Es kommen also auf diesem selben Stücke Kalkstein sowohl spitze wie stumpfe Zwillingspärchen nach *m* vor.

Das deutet auf eine embryonale Anlage als spitzer Zwilling. Eine andere genetische Erklärung, die besser den Tatsachen entspricht, wäre in diesem Falle wohl nicht zu geben.

Die gewöhnlichen Formen kommen hier wieder vor. α ist vorherrschend in der Domenreihe, worin weiter noch *k*, *i* und *v* auftreten.

Ja sogar ist hier eine neue Form zu erwähnen: $\varpi = 0\frac{5}{4}\{054\}$. Es ist eine kleine dreieckige Fläche, wohlbegrenzt und einen guten Reflex gebend.

Ihre Position war folgende:

	φ	ϱ
Gemessen:	0	$42^{\circ} 5'$
Berechnet:	0	$42^{\circ} 5'$,

woraus das Symbol $0\frac{5}{4}\{054\}$ folgt.

Bei der befriedigenden Ausbildung der Fläche, sowie der genauen Übereinstimmung von Messung und Rechnung darf die Form als gesichert angesehen werden. Es möge auch durch Discussion der Zahlenreihe die Form auf ihre innere Wahrscheinlichkeit geprüft werden.

Indem wir ihren Platz in der Domenreihe discutieren, wollen wir zugleich eine andere neue Form $T = 0\frac{3}{4}\{034\}$, welche später beschrieben werden soll, in Betracht ziehen.

Discussion der Zahlen der Domenreihe. Wir wollen sehen, wie sich die neuen Formen in der Reihe der Domen einfügen. Dies geschieht

1) Diese Zeitschr. 6, 550.

durch Discussion der Zahlen in der von Goldschmidt angegebenen Weise durch Spalten der Zonen in freie Stücke und Umgestaltung der Zonenstücke in die Form $0 \dots \infty$.

Die Domenreihe hat das allgemeine Symbol oq .

Buchst.:	c	c	γ	x	q	T^*	k	e	f	\mathcal{O}^*	S	i	R	v	z	n	b
Symbol pq :	00	$0\frac{1}{8}$	$0\frac{1}{3}$	$0\frac{1}{2}$	$0\frac{2}{3}$	$0\frac{3}{4}$	04	$0\frac{5}{7}$	$0\frac{6}{7}$	$0\frac{7}{8}$	$0\frac{8}{9}$	02	$0\frac{3}{2}$	03	04	05	0∞
q	0	$\frac{1}{8}$	$\frac{1}{3}$	$\frac{1}{2}$	$\frac{2}{3}$	$\frac{3}{4}$	1	$\frac{7}{8}$	$\frac{6}{7}$	$\frac{5}{8}$	$\frac{4}{9}$	2	$\frac{5}{2}$	3	4	5	∞

Die Zone besteht aus drei freien Stücken ck , ki und ib . Wir spalten bei k und i und erhalten:

Inneres Stück.

	c	c	γ	x	q	T^*	k	
q	0	$\frac{1}{8}$	$\frac{1}{3}$	$\frac{1}{2}$	$\frac{3}{2}$	$\frac{3}{4}$	1	Wir bilden
$\frac{q}{1-q}$	0	$\frac{1}{5}$	$\frac{1}{2}$	1	2	3	∞ .	

Diese Transformation ist erlaubt, weil sie nur eine Verschiebung der Grenzen zur Folge hat, indem dadurch keine Veränderung des Verhältnisses der Zahlen untereinander entsteht.

Auffallend in dieser Reihe ist die Zahl $\frac{1}{5}$ entsprechend der Form $c = 0\frac{1}{8}$ in der sonst normalen Zahlenreihe.

Die Form $c = 0\frac{1}{8}$ findet sich nur einmal angegeben von Mügge¹⁾ am Cerussit von Santa Eufemia (Provinz Cordoba).

Der Verf. macht über die Art der Ausbildung keine näheren Angaben. Der von ihm gemessene Winkel stimmt ebenso gut auf das Symbol $0\frac{1}{7}$ wie auf $0\frac{1}{8}$.

$$\left. \begin{array}{l} \text{Berechnet: } 0\frac{1}{8} \quad \varphi = 6^\circ 52' \\ 0\frac{1}{7} \quad \varphi = 5^\circ 54' \end{array} \right\} \text{Gemessen: } \varphi = 6^\circ 28'.$$

Nach alledem erscheint $0\frac{1}{8}$ nicht vollkommen gesichert, vielmehr der Bestätigung bedürftig.

Die neue Form $T = 0\frac{3}{4}$ paßt mit der harmonischen Zahl 3 gut in die Reihe. Es ist dieses Kriterium eine gute Bestätigung für neue Formen.

Ebenso kann man aus dem mittleren Stücke der Zone eine harmonische Zahlenreihe bilden. Wir wollen sehen, wie die neue Form $\mathcal{O} = 0\frac{5}{8} \{054\}$ in das mittlere Zonenstück hineinpaßt.

Mittleres Stück:

Buchst.:	k	c	f	\mathcal{O}^*	S	i
q	= 1	$\frac{3}{7}$	$\frac{7}{8}$	$\frac{5}{4}$	$\frac{3}{2}$	2
$q - 1 = v$	= 0	$\frac{1}{7}$	$\frac{1}{8}$	$\frac{1}{4}$	$\frac{1}{2}$	1
$\frac{v}{1-v}$	= 0	$\frac{1}{6}$	$\frac{1}{5}$	$\frac{1}{3}$	1	∞ .

1) N. Jahrb. f. Min. usw. 1882, 2, 39.

Die Zahlen $\frac{1}{2}$ und $\frac{1}{3}$ sind auffallend. Die Zahlenreihe ist nicht recht klar. Sie gehören zu den Domenflächen $0\frac{2}{3}$ und $0\frac{7}{8}$, von Mügge¹⁾ beschrieben. Noch schöner würde $\frac{1}{2}$ in die Reihe hineinpassen. Dann hätte man $0 \frac{1}{2} \frac{1}{3} 1 \infty$ als gute harmonische Reihe. $\frac{1}{2}$ würde dem Symbol $0\frac{1}{2}$ entsprechen. Eine dergleichen Fläche wurde auch von mir beobachtet, aber der Reflex war nicht gut genug, um mit Sicherheit auf diese Form zu schließen. Als neue wurde sie daher hier nicht erwähnt. Aber ein besseres Vorkommen dieser Form mit einer größeren Wahrscheinlichkeit ist sehr leicht zu erwarten.

Cerussit von Monteponi.

Bereits im Anfange wurde erwähnt, daß auch eine größere Zahl Krystalle von diesem Fundorte anwesend waren bei der von Herrn Director Ferraris als Geschenk erhaltenen schönen Sammlung von Krystallen aus Sardinien.

Eine gute Beschreibung von dem Fundorte Monteponi zu geben, soll hier nicht versucht werden. Das ist schon im wesentlichen getan von Artini²⁾ in seiner ausführlichen Arbeit »Cerussite di Sardegna«. Unter diesen wurden einige Zwillinge und Viellinge zum eingehenderen Studium ausgewählt. Sie lieferten manches Neue und Interessante und mögen im folgenden beschrieben werden. Erst kommen einige gut ausgebildete Zwillinge an die Reihe.

Gruppe 6. Ein einfacher Zwilling nach m . Er ist in Fig. 9, Taf. V als Kopfbild dargestellt, Höhe 8 mm, Breite 6 mm, Länge 5 mm. Die große Ausbildung der Domenfläche $i = 02$ beherrscht wesentlich den Habitus dieser Krystalle. Weiter spielen hier noch eine Rolle die Domen $k = 04$ und $r = 03$. Die Basis c ist als schmale Fläche entwickelt. Durch die gleichmäßige Entwicklung der Formen b und m bekommt das Kopfbild einen fast sechseckigen Umriß.

Als seltene Fläche sei noch zu erwähnen $\chi = \infty 2(120)$. In der Figur ist diese aber nicht angegeben. Sie kam nur als sehr schmale vicinale vor.

Im ganzen wurden folgende Formen beobachtet:

c	b	a	m	χ	r	k	i	v	y	o	p	s	w
0	0∞	$\infty 0$	∞	$\infty 2$	$\infty 3$	01	02	03	$\frac{1}{2}0$	$\frac{1}{2}$	1	12	21
004	040	400	410	420	430	044	021	034	102	112	444	124	244

Die meisten dieser Formen wurden an einem zweiten derartigen Zwillinge beobachtet. Dieser ist aber nicht gezeichnet. Für beide Individuen wurde der erste Meridian bestimmt. Die beiden bilden danach einen Winkel

1) N. Jahrb. f. Min. usw. 1882, 2, 39.

2) Siehe Literaturverzeichnis.

von $62^{\circ}50'$, während das m -Gesetz $62^{\circ}46'$ erfordert. Bei dem zweiten gemessenen Zwilling wurde $62^{\circ}45'$ gefunden.

Gruppe 7. Ein anderer Zwilling von diesem Fundorte wurde in Fig. 10, 11, 12, Taf. V dargestellt und zwar zeigt Fig. 10 die Gruppe von oben als Kopfbild, Fig. 12 von vorn als Aufriß, Fig. 11 perspectivisch. Der Zwilling hat eine Höhe von 7 mm, Breite von 4 mm und Länge von 5 mm. Die Ausbildung ist eine ganz vorzügliche. Die Flächen, glatt und glänzend, haben ausgezeichnete Reflexe.

Von diesem Habitus fanden sich mehrere in der Sammlung. Der Typus ist eigenartig durch das Herrschen des Prismas $r = \infty 3$ und das Doma $v = 03$. r ist viel größer entwickelt als die m -Prismenflächen und b fehlt ganz. Es fehlt die Basis c und das sonst so wichtige Doma $x = \frac{1}{2}0$. Die Domen ik sind klein und stehen hinter v zurück. Von selteneren Formen kommen hier noch $s = 12$ und $w = 24$ vor. Der eigentümliche Habitus dürfte in genetischem Zusammenhange stehen mit der Art der Zwillingsverwachsung.

Zunächst ist zu bemerken, daß dieser Zwilling dem r -Gesetze folgt. Für beide Individuen wurde die Position des ersten Meridians bestimmt durch Ausgleichsrechnung aus den gemessenen Flächen. Der Winkel beider Individuen war $57^{\circ}19'$, genau wie es bei Zwillingsbildung nach dem r -Gesetze verlangt wird.

Die Krystalle bekommen ein eigentümliches Aussehen durch die wiederholte Treppenbildung nach r und v , wodurch der Krystall seitlich begrenzt ist. Diese beiden Formen wechseln da in großer Zahl miteinander ab. Im Kopfbilde konnte diese Treppenbildung nicht in allen Einzelheiten, sondern nur durch Einzeichnen weniger Treppen wiedergegeben werden.

Das perspektivische Bild Fig. 11 zeigt neben den einspringenden r -Flächen zugleich eine äußere r -Fläche. An Stelle der Treppen der äußeren r -Fläche, gebildet durch Alternieren von Flächen mrv , zeigen die einspringenden r -Flächen Auflagerungen dreieckiger Gebilde, ebenfalls zusammengestellt von Flächen m , r und v , manche mit kleinen s -Flächen. Einige dieser Figuren sind etwas schematisch eingezeichnet.

Die Ausbildung ist interessant dadurch, daß dieselbe Oberflächenbildung sich auf den äußeren, wie auf den inneren r -Flächen zeigt, im wesentlichen in der Ausbildung verschieden durch die ungleiche Situation. Dieser Zwilling mit seinen Einzelheiten macht die folgende compliciertere Gruppe verständlich.

Gruppe 8. Ein ganz besonderes Interesse verdient die in Fig. 13, 14, Taf. VI dargestellte Zwillingsgruppe, welche sich durch eine ganz eigentümliche Ausbildung auszeichnet. Fig. 13 zeigt die Gruppe im Kopfbilde, Fig. 14 von der Seite gesehen. Die Ausbildung ist eine vorzügliche. Die

Flächen glatt und glänzend. Die Reflexe einfach und lichtstark. Messung und Rechnung in genauer Übereinstimmung. Es ist ein Drilling nach dem r -Gesetze und zwar von eigenartiger Ausbildung. Bisher sind nach diesem Gesetze nur Zwillinge beschrieben, Viellinge noch nicht.

Die Gruppe hat die Dimensionen: Höhe 9 mm, Breite 7 mm, Dicke 5 mm. Sie besteht aus einem mittleren allseitig ausgebildeten Krystalle (in den Figuren rot), an den sich zu beiden Seiten kleinere Individuen wie Flügel angesetzt haben. Der rote Krystall hat in der Mitte einen spitz verlaufenden treppenförmig abgestuften Ansatz, der im Kopfbilde als länglicher Fortsatz zu sehen ist. Man möchte den Ansatz für ein viertes Individuum halten. Es ist eine treppenförmige Bildung mit derselben Orientierung als das Hauptindividuum.

Schon sofort zieht das rote Hauptindividuum unsere Aufmerksamkeit auf sich durch sein abgeplattetes Vorkommen, das eine Folge ist von der großen Entwicklung der Prismenflächen $r = \infty 3$, die hier den Habitus des Individuums beherrschen. Weiter spielen dabei $k = 01$ und $v = 03$ eine Rolle. $m = \infty$ tritt sehr in den Hintergrund. Ganz klein $p = 1$ und $x = 0\frac{1}{2}$. Das Herrschen von r und k gibt der Combination ein für Cerussit ganz ungewohntes Aussehen.

Die kleinen seitlichen flügelförmigen Individuen, blau und gelb, sind von der Seite gesehen dreieckig; außen treppenförmig und begrenzt von den Flächen r , m , v .

Uns interessiert zunächst die gegenseitige Orientierung der drei Individuen. Sie haben die Prismenzone gemeinsam und es läßt sich die gegenseitige Lage wie bei den bisher beschriebenen Krystallen angeben durch den Winkel, den die Meridiane der drei Individuen mit einander machen. Durch Drehung um die Prismenaxe ($\perp c$) kann man ein Individuum in die Stellung des anderen überführen.

Die Messung ergab für

Krystall blau:	$\delta = 57^{\circ} 49'$
- rot:	$= 0 \quad 0$
- gelb:	$= 57 \quad 17.$

Das stimmt genau mit dem r -Gesetze, das einen Winkel von $57^{\circ} 48'$ verlangt.

Die Gruppe wird verständlich durch Vergleich mit der vorher beschriebenen Zwillinggruppe 2.

Wir können Gruppe 3 auffassen als Doppelzwillig. Zwei Pärchen von Ausbildung der Gruppe 2 sind in der Mittellinie des roten Krystalles zusammengefügt. Der mittlere ist als Doppelkrystall entsprechend größer. Sein schwanzartiger Ansatz entspricht den Treppen der Einzelkrystalle rot, blau, sowie den Treppen in Gruppe 2. Es möge hervorgehoben werden,

daß die Stelle dieses Ansatzes den einspringenden Flächen des Zwillings (Gruppe 2) entspricht. Sowie dort hat hier die Eigenart der Zusammenstellung ungleich verändernd auf die gleichartigen Gebilde eingewirkt. Auch mit den im folgenden zu beschreibenden Gruppen möge diese verglichen werden. Dort sind Pärchen nach r in anderer Weise zu Gruppen höherer Ordnung zusammengetreten.

Diese Deutung der Gruppe würde einigermaßen besser erklären, warum sich die zwei Arten von Verwachsungen derselben treppenförmigen Gebilde vorfinden. Nehmen wir rot als Hauptindividuum, dann läßt sich nicht erklären, warum links die beiden Treppengebilde parallel orientiert sind, rechts aber in Zwillingsstellung stehen.

Das Merkwürdige an dieser Gruppe ist die Rolle, die r und v spielen. Am roten Individuum sind beide groß und vorherrschend entwickelt, die Treppenformung findet nach r und v statt und außerdem eine Zwillingsbildung nach dem r -Gesetze.

Gruppe 9. Beide Zwillingsgesetze nach m und r an derselben Viellingsgruppe.

Die beiden Zwillingsgesetze kommen auch an derselben Gruppe vor, wie die Fig. 15, 16, Taf. VI zeigt. Ein großer Zwillings nach $r = \infty 3$, woran sich ein kleines Individuum in Zwillingsstellung angesetzt hat. Das Ganze war 18 mm hoch, 7 mm breit und 8 mm lang. Das Hauptgebilde, rot, blau, hat dreieckigen Querschnitt, indem die b -Flächen außerordentlich entwickelt sind. Darauf folgen in Größe je eine der m -Flächen der beiden Individuen, indem die anderen m -Flächen bedeutend kleiner sind. Die Domenzone ist gut entwickelt, indem $k = 01$ und $i = 02$ vorherrschen, Das eine Individuum, blau, ist aber höher als das andere und greift ein wenig über die k -Fläche des roten Individuums über.

Dadurch wird der oberste Teil des größeren Individuums, blau, frei und wird von einer treppenförmigen Flächenausbildung nach m und r begrenzt. An dem Ende dieses freien Teiles von blau hat sich nun ein drittes Individuum, gelb, in Zwillingsstellung nach m angesetzt.

Während das Pärchen nach r ein spitzes ist, hat das nach m den stumpfen Zwillingswinkel. An der Spitze, dem Anfangspunkte der Bildung, legt sich das stumpfe m -Pärchen über das spitze r -Pärchen und schließt dessen zweites Individuum in seinen stumpfen Winkel ein. Dies ist aus dem Kopfbilde Fig. 15 ersichtlich. Im Verhältnisse zu den beiden anderen ist es sehr klein. Es ragt auch über das rote Individuum seitlich und der Höhe nach vor, indem es das nur mit seinem unteren Ende berührt. Fig. 16 zeigt diese Art der Abgrenzung.

An diesem kleinen Individuum sind die b - und m -Flächen ausgebildet, von den Domen k , i und v und die Pyramide p .

Das Vorkommen der beiden Gesetze ist schon von Seligmann¹⁾ beobachtet am Cerussit von Friedrichslegen.

Er sagt: »Und wie es nun überhaupt eine gewöhnliche Erscheinung ist, daß, wenn ein Mineral Zwillinge nach mehreren Gesetzen bildet, diese an einer Gruppe gleichzeitig auftreten, so auch am Weißbleierz, indem an die beiden Individuen des Zwillings nach ∞P sich Krystalle nach ∞P zwillingsartig anlegen.«

Auch Mügge⁴⁾ erwähnt an Krystallen von Broken Hill über das Zusammenkommen beider Gesetze:

»Neben Zwillingen kommen auch Drillinge vor, indessen wurden polysynthetische Bildungen nach (130) auch in Dünnschliffen nicht beobachtet, wohl aber Verbindungen von Zwillingen nach (130) mit gitterförmigen Drillingen nach (140), welche letztere auch durch tafeligen Habitus nach (040) sich von den Zwilligen nach (130) unterscheiden.«

Eine nähere Beschreibung der Art der Ausbildung und Verknüpfung ist aber an den erwähnten Orten nicht zu finden. Möglicherweise waren die von Seligmann beobachteten Gruppen ähnlich. Das läßt sich aber aus der kurzen Angabe nicht entnehmen. Die von Mügge erwähnten Krystalle waren nach seiner Andeutung von anderer Art. Auch geben beide Autoren keine Abbildungen. Darum sei hier diese ausführlichere Beschreibung gegeben. Merkwürdig ist, daß dieselbe Art des Vorkommens beider Gesetze zusammen genau in derselben Weise der Anordnung zu finden ist an der Gruppe, die aus drei verwachsenen Zwillingspärchen gebildet ist und die weiter unten beschrieben werden sollen (Fig. 5, Taf. IV). Auch dort ist das erste (gelbe) Individuum des Zwillings nach $r = \infty 3$ größer als das zweite (grün) und hat ein drittes, kleineres (rot) Gelegenheit gefunden, sich oberhalb des grünen an dem oberen Ende des gelben Individuums in Zwillingsstellung nach m anzusetzen. Das wiederholt sich noch einmal in derselben Weise an derselben Gruppe (gelb, grün und braun). Da sich also dieselbe Gruppierung dreimal hinter einander in derselben Weise feststellen ließ, war es der Mühe wert, dies als etwas Besonderes zu beschreiben, denn man dürfte schließen, daß hier auch in bezug auf Größenverhältnis und Anordnung nicht Zufall, sondern Gesetzmäßigkeit herrscht.

Vorzugsweise Möglichkeit des Nachweises der Ablenkung beim Cerussit.

Eine so eigenartige Gruppierung von Zwillingen wie bei diesem Material ist wohl selten an einem Mineral gefunden. Die Zwillingspärchen sind an den Spitzen mit einander verwachsen in sternförmiger Anordnung, indem die verschiedenen sich an dieser Gruppierung beteiligenden Zwillingspaare fast nur eine Linie gemeinsam haben (Fig. 3, 5, 6, Taf. IV).

4) Siehe Literaturverzeichnis S. 154.

Unsere Aufgabe ist, diese Complexe eingehender zu studieren, um die Lage der einzelnen Teile der Gruppen zu einander zu bestimmen.

Wie oben S. 148 hervorgehoben, besteht eine der Aufgaben vorliegender Untersuchung darin, eine eventuelle gegenseitige Beeinflussung und Ablenkung der zur Viellingsgruppe vereinigten Individuen zu studieren. Solcher Ablenkung ist eine genetische Bedeutung beizumessen, wenn die Ablenkung als gesetzmäßige mit Sicherheit nachgewiesen ist.

Nun ist Cerussit eines der wenigen Mineralien, bei denen die Möglichkeit geboten ist, eventuelle gegenseitige Abweichungen von der durch das Zwillingengesetz vorgezeichneten Position festzustellen. Dies ergibt sich aus folgenden Betrachtungen:

1) Es ist die chemische Zusammensetzung eine constante. Die Krystalle sind sehr rein. Es fehlen isomorphe Beimischungen und sonstige Einlagerungen, die Änderungen in den Winkelwerten hervorbringen könnten.

2) Es sind die Krystalle vorzüglich ausgebildet, wodurch jede Fläche ihre dem Symbol entsprechende feste Position hat.

3) Es ist bei der Zwillingbildung die Prismenzone allen vereinigten Individuen gemeinsam. Die Lage zweier Individuen zu einander ist daher definiert durch einen einzigen Winkel, der sich aufs einfachste und mit größter Genauigkeit feststellen läßt.

Die gleichmäßige Zusammensetzung und die vortreffliche Ausbildung der Cerussite bewirkt, daß die durch das Zwillingengesetz gegebenen Winkel (bei Zwillingen nach $m = \infty = 62^{\circ} 46'$, bei solchen nach $r = \infty 3 = 57^{\circ} 18'$) sich regelmäßig und zuverlässig auf wenige Minuten genau einstellen, wo eine Abweichung nicht stattgefunden hat, so daß eine Abweichung von diesen Werten das Vorhandensein einer Ablenkung mit Sicherheit erkennen läßt.

4) Infolge der Ablenkung nähern sich obgenannte Winkel $62^{\circ} 46'$ resp. $57^{\circ} 18'$ einem mittleren Werte von 60° . Die Differenz von $2^{\circ} 46'$ resp. $2^{\circ} 42'$, die sich beim Vielling verdoppelt oder verdreifacht, ist gerade beim Cerussit sehr groß, so daß die Abweichungen innerhalb dieses Spielraumes weit über die Grenzen der Beobachtungsfehler hinausgehen.

Bei anderen Mineralien, bei denen die Verhältnisse ähnlich liegen, ist der Winkel kleiner: so beträgt z. B. beim Chrysoberyll der entsprechende Winkel nicht $2^{\circ} 46'$, sondern nur $0^{\circ} 21'$.

5) In den im folgenden zu beschreibenden Fällen sind die Zwillingpaare wieder in eine Gruppierung höherer Ordnung gelangt.

Daß in der Tat diese Gruppierung höherer Ordnung eine gesetzmäßige ist, ließ sich schon daran erkennen, da die Prismenzone auch hier wieder für alle vereinigten Individuen eine gemeinsame ist, so daß eine genaue Polarstellung und Durchmessung des ganzen Complexes möglich ist.

Die zwei Individuen jedes Pärchens folgen, wie die Messung zeigte, streng dem Zwillingsgesetze und zeigen genau den zugehörigen Winkel. Die Pärchen als Ganzes gegen einander waren dagegen stärkerer Beeinflussung ausgesetzt, so daß bei ihnen in einigen Fällen Ablenkungen gefunden wurden, und wenn dies der Fall war, jedesmal im erwarteten Sinne unter Annäherung an 60° .

Das merkwürdige Vorkommen bot also Gelegenheit, die Gruppierung in einen festeren Verband ohne Ablenkung und einen höheren lockeren Verband mit Ablenkung zu scheiden.

Es möge hervorgehoben werden, daß diese Gruppen, die wegen ihrer zarten Verwachsung nicht von der Stufe heruntergenommen werden konnten, der Messung unzugänglich geblieben wären, wenn nicht die zweikreisige Messung erlaubt hätte, das ganze auf dem Gestein Aufsitzende durchzuarbeiten.

Gruppe 10. Fig. 5, Taf. IV stellt diese Gruppe im Kopfbilde dar. Sie hat eine Länge von 9 mm, eine Höhe von 8 mm. Die Gruppe besteht aus drei größeren Zwillingspaaren und drei kleinen Ansätzen, im ganzen also neun Individuen, in der Figur mit 1—9 bezeichnet. Von diesen bilden 1 und 2, 3 und 4, 5 und 6 je ein Zwillingspaar nach dem r -Gesetze. Sie sind zusammen verwachsen, an den äußersten Spitzen doch so, daß alle Individuen eine gemeinschaftliche Prismenzone haben. Die sechs größeren Individuen haben den Habitus wie in dem oben beschriebenen einfachen Zwillinge nach r abgebildet in Fig. 10, Taf. V. Auch hier wieder ein Vorherrschen der Formen r und v und eine seitliche Treppenbildung durch die Flächen.

Die gleich orientierten Krystalle sind mit der gleichen Farbe angemalt. So sieht man, daß im ganzen fünf Richtungen vertreten sind, die mit den Farben rot, blau, gelb, grün, braun bezeichnet sind. Wir sehen, es sind gleich orientiert

Krystall 1, 7, 8	rot,
- 3, 6	gelb,
- 4, 5	grün.

Wir können danach die Gruppe als einen Fünfling auffassen, indem wir die gleichgerichteten Teile als eins ansehen, selbst wenn sie nicht direct mit einander verbunden sind, wie z. B. 7 und 1. Krystall 5 bildet die Rückwärtsverlängerung von 4, 6 von 3, 8 von 1, 7 dagegen ist mit 1 dadurch parallel geworden, daß beide mit 3 nach derselben m -Fläche verzwillingt sind. Der kleine braune Krystall 9 ist mit 5 nach dem m -Gesetze verknüpft. Die kleinen Individuen rot und braun stehen mit den größeren gelb und grün in Zwillingstellung nach dem m -Gesetze, genau in derselben Weise wie vorher beschrieben und abgebildet wurde (Fig. 15, Taf. VI). In

dem r -Zwilling 3, 4 ragt gelb über grün hinaus. An dem frei gebliebenen Teile der gemeinschaftlichen r -Fläche hat sich nun Individuum 7 in Zwillingstellung nach m mit gelb ansetzen können. In dem r -Zwilling 5, 6 dasselbe. Hier ragt grün über gelb hinaus und hat das kleine braune Individuum 9 sich mit grün nach m verzwilligt.

Die beobachteten Formen sind die für Cerussit gewöhnlichen: b , m , r , k , i , v und p .

Über die Art der Verknüpfung der neun Individuen gab die Messung Aufschluß. Für alle Individuen wurde die Position der 0-Meridiane bestimmt. Die Winkel zwischen diesen ersten Meridianen erklären die Art der Verwachsung. Infolge der guten Ausbildung sind die Resultate zuverlässig und in guter Übereinstimmung mit den theoretischen Werten. Geben wir dem 0-Meridian der roten Krystalle die Meridianzahl $r = 0$, so haben wir folgende Resultate:

Krystall	Farbe	Position ϑ des Meridians	Mittel
4 7 8	rot	00 0'	00 0'
2	blau	57 45	57 45
3 6	gelb	62 44 62 47	62 45
4 5	grün	120 3 120 4	120 3
9	braun	2 50	2 50

Daraus ergeben sich folgende Drehungen:

$$\begin{array}{lcl}
 \text{Rot : Blau} & = & 57^{\circ} 45' \\
 \text{Gelb : Grün} & = & 57^{\circ} 48' \quad \left. \vphantom{\begin{array}{l} \text{Rot : Blau} \\ \text{Gelb : Grün} \end{array}} \right\} r\text{-Gesetz, berechnet } 57^{\circ} 48'. \\
 \text{Roth : Gelb} & = & 62^{\circ} 45' \\
 \text{Blau : Grün} & = & 62^{\circ} 48' \\
 \text{Grün : Braun} & = & 117^{\circ} 43', \quad 62^{\circ} 47' \quad \left. \vphantom{\begin{array}{l} \text{Roth : Gelb} \\ \text{Blau : Grün} \\ \text{Grün : Braun} \end{array}} \right\} m\text{-Gesetz,} \\
 & & \text{berechnet } 62^{\circ} 46'.
 \end{array}$$

Wir sehen also in dieser Gruppe die beiden Gesetze in merkwürdiger Weise vereinigt. Die größeren Paare unter sich nach dem r -Gesetze verknüpft sind zur Gruppe höherer Ordnung zusammengetreten. Trotz der scheinbar lockeren Verknüpfung in den vereinigten Spitzen hat keine Ablenkung stattgefunden. In den folgenden zu beschreibenden Gruppen ist eine solche jedoch beobachtet.

5 ist als ein Weiterwachsen von 4 über den Kreuzpunkt anzusehen, ebenso 6 von 3. Es ist ein idealer Durchkreuzungszwilling. Ebenso ist

8 Verlängerung von 4. Anders verhält es sich mit der Anheftung von 7 und 3 und 9 und 5. Dieser ist genau analog der Anheftung in der oben beschriebenen Gruppe 3. 3, 4, 7 bilden eine solche Gruppe, ebenso 5, 6, 9. Die Art der Verknüpfung dieser macht nun die ganze Vereinigung beider Gesetze erklärlich. Auch 3 steht zu 4 wie 7 zu 3, ebenso 4 zu 2. An den inneren Spitzen findet ein Übergreifen statt, wodurch sich das dritte Individuum (nach *m*) mit dem ersten verknüpft unter Überspringen des zweiten.

Einige andere derartige in derselben Weise verwachsene Zwillinge sind jetzt noch vorzunehmen, um zu sehen, in wie weit sich die hier gefundenen Resultate bestätigen lassen, oder ob sich da eine andere Art der Verwachsung erkennen läßt. Jedenfalls möge dies ein Versuch sein, derartige Gebilde noch in ihrem zarten Zusammenhange zu beobachten.

Gruppe 11. Dieser Krystallcomplex (Fig. 3, Taf. IV) ist mit dem vorher beschriebenen sehr ähnlich, nur einfacher. Ihre Dimensionen sind: Breite 8 mm, Höhe 6 mm. Die Gruppe besteht aus vier Individuen. Zwei Pärchen nach dem *r*-Gesetze, 1, 2 und 3, 4, sind nach dem *m*-Gesetze zur höheren Gruppe zusammengetreten. Die Prismenzone *bmr* ist der ganzen Gruppe gemeinsam und gestattet wieder alle Individuen zugleich in normaler Aufstellung polar zu stellen. In derselben Weise sind die *r*- und *v*-Flächen entwickelt und dieselbe Treppenbildung wird gefunden. Die Art der Verwachsung der beiden Zwillinge ist auch hier wieder dieselbe.

Jedoch sind die Winkel, die hier die Verwachsung bestimmen, wie wir sehen werden, etwas andere. Der gelbe Krystall war zum Teil abgebrochen, so daß von einer Domenzone nichts mehr zu sehen ist.

Die Prismen waren jedoch gut entwickelt und mit Hilfe derer war es möglich, den ersten Meridian festzulegen. Hierauf aber, d. h. auf die gegenseitige Lage der Individuen, nicht auf die Einzelflächen, kommt es uns bei vorliegender Untersuchung hauptsächlich an. Solche kleine aufgewachsene Individuen in Zwillingstellung nach *m*, wie sie in der vorigen Gruppe beschrieben wurden, waren hier nicht zu finden.

Die Messungen gaben bei der scharfen Ausbildung der Flächen der Prismenzone zuverlässige Resultate. Sie wurden wieder in der Weise benutzt, daß für jedes Individuum als Position die Richtung des Meridians *cb* bestimmt wurde. Geben wir dabei dem roten Krystalle den Meridian 0, so sind folgende die Resultate der Messung.

Krystall	Farbe	Position	Drehung
1	rot	0° 0'	} 57° 21'
2	blau	57 24	
3	gelb	64 34	
4	grün	118 52	

Wie wir sehen, stimmt der Winkel in jedem der beiden Pärchen mit dem r -Gesetze (berechnet $57^{\circ}18'$). Aber die Pärchen unter sich haben nicht wie in Gruppe 5 den Winkel $62^{\circ}46'$, den das m -Gesetz erfordert, sondern nur $61^{\circ}34'$.

Es hat also eine Ablenkung stattgefunden, die beide Pärchen einander näher gebracht hat. Der Winkel hat sich dem Werte 60° um $1^{\circ}15'$ genähert. Diese Tatsache ist nun von ganz besonderem Interesse. Es war eine der Hauptaufgaben, mit der ich an die Untersuchung dieser Cerussite herantrat, ob sich auch hier eine solche Ablenkung zeige, wie sie Goldschmidt¹⁾ bei den Cerussiten von Mapimi wiederholt gefunden und beschrieben hat und der er eine große theoretische Bedeutung beilegt. Er sieht in den Zonenebenen Kraftebenen, die sich durch Parallelrichten ins Gleichgewicht zu setzen suchen. Streichen nun mehrere solcher Kraftebenen (Zonenebenen) unter einem sehr spitzen Winkel neben einander her (siehe Projectionsbild Fig. 17, Taf. VI), so lenken sie einander nach einer mittleren Richtung hin, die im Falle des Cerussits die Richtung 0° , 60° , 120° , 180° , 240° ist. Die Größe der Ablenkung wechselt, aber der Sinn ist der gleiche. Ist nun die Erwartung zugetroffen, daß Ablenkung, wenn vorhanden, in dem genannten Sinne geschehe, so ist das eine gute Bestätigung, daß hier nicht eine zufällige Schwankung vorliegt, sondern das oben ausgesprochene Gesetz. Und dies ist wiederum eine Stütze für die Auffassung, daß wir die Flächennormalen als Attraktionskräfte ansehen können, die Zonenebenen als Kraftebenen, d. h. als Ebenen, in denen eine Anzahl solcher Kräfte liegen, die unter sich in Wechselwirkung treten. Zu bemerken ist noch, daß auch die folgende Gruppe eine Ablenkung im gleichen Sinne zeigt und damit eine Bestätigung bringt.

In der Gruppe ist das Paar 1, 2 das größere. Wir können es als das ursprüngliche ansehen. Die Verknüpfung können wir uns wieder so vorstellen, wie bei Gruppe 5, so daß in der Spitze 3 über 2 hinübergreifend sich an 1 angeheftet hat, ebenso 4 an 2. Bei diesem Anheften hat die Ablenkung stattgefunden.

Gruppe 12. Diese Gruppe ist in Fig. 6, Taf. IV dargestellt. Sie ist scharf und glänzend ausgebildet und ist ein Gebilde von außerordentlicher Schönheit. Sie befand sich in einer Druse und konnte ohne Zerstörung der Zusammenhang der Individuen nicht wohl daraus entfernt werden. Darum wurde das Ganze mit dem Gesteinsstücke am Goniometer polar gestellt. Durch die vorzüglich ausgebildeten Domenflächen war das eine leichte Aufgabe. Die Dimensionen der ganzen Gruppe waren: Höhe 6 mm., Breite 13 mm. Fig. 6 zeigt die Gruppe im Kopfbilde in möglichst genau der Ausbildung entsprechenden Dimensionen. Wir finden daran wieder die

¹⁾ loc. cit.

gewöhnlichen Formen des Cerussits. Die Basis c klein. Das Pinakoid b vorherrschend, neben ihm die Prismen m und r . Unter den Querdomen $k = 04$ am größten entwickelt, daneben schwach x , q , i , v , z und eine neue Form $T = 0\frac{3}{4}\{034\}$. Von einer Treppenbildung, wie bei den vorher beschriebenen Gruppen, war hier keine Spur.

Neue Form. Es waren die gewöhnlichen Formen hier an dieser Gruppe entwickelt. Nur ist in der Querdomenzone die vorher schon discutierte neue Form $T = 0\frac{3}{4}\{034\}$ zu erwähnen, die als wohlbegrenzte länglich gut spiegelnde Fläche einen ausgezeichneten Reflex gab. Ihre Position war:

	φ	ρ
Gemessen:	0^0	$28^0 24'$
Berechnet:	0^0	$28 \ 28.$

Diese neue Form kann als gut gesichert für Cerussit angenommen werden, um so mehr, als die Symbolzahl, wie wir bei der Discussion gesehen haben, gut in die Reihe hineinpaßt.

Die Gruppe besteht aus fünf Individuen, 4—5, von denen jedes anders orientiert ist und die deshalb alle verschiedene Farben erhalten haben. Die Gruppe ist als Fünfling aufzufassen. Sie besteht aus den Pärchen 1 2, 3 4 und dem Einzelkrystall 5. Sie ist den Gruppen 5 und 6 ähnlich, zeigt jedoch wieder besondere interessante Eigentümlichkeiten.

Die Resultate der Messung wurden wieder in der gleichen Weise discutiert wie bei den vorhergehenden Gruppen. Für jedes Individuum wurde der erste Meridian bestimmt. Legen wir den 0-Meridian der ganzen Gruppe in den roten Krystall 1, d. h. betrachten wir diesen als den Anfangskrystall, an dem die anderen sich anlegen, so erhalten wir folgende Positionen als Resultate der Messung.

Krystall	Farbe	Position	Drehung
5	braun	$3054'$	$3054'$
1	rot	0 0	$57 \ 11$
2	blau	$302 \ 46$	$3 \ 4$
3	gelb	$299 \ 42$	$57 \ 11$
4	grün	$242 \ 31$	

Wir sehen, wie hier innerhalb jedes Pärchens der Winkel vorhanden ist, wie ihn das r -Gesetz fordert. Die beiden Winkel $57^0 11'$ und $57^0 14'$ weichen aber schon ziemlich von dem theoretischen $57^0 18'$ ab.

Wir sehen ferner, daß Gruppe 3, 4 gegen 1, 2 unter einem Winkel steht, der dem Winkel $62^0 46'$ des m -Gesetzes nahe kommt, ihn aber nicht erreicht.

Nach der durch die letzten Gruppen erlangten Auffassung bilden 1, 2, 5

einen Complex wie Gruppe 4, indem 5 mit 2 über 4 weg verknüpft ist. Ebenso 4 mit 2 und 1 mit 3, nach dem *m*-Gesetze, aber mit der bei Gruppe 11 besprochenen Ablenkung. Die Ablenkung ist wieder im gleichen Sinne erfolgt durch Annäherung an die mittleren Orte von 60°. Wir fanden:

Krystall	Farben	Winkel	Berechnet	Ablenkung nach 60° hin
2:5	blau:braun	44° 8'		49 34'
3:4	gelb:rot	60 13	62° 16'	2 25
4:2	grün:blau	61 13		2 31

Alle Ablenkungen im gleichen Sinne wie bei den Mapimi-Krystallen, nur stärker. Dort waren sie über 4° 1' nicht hinausgegangen.

Die Ablenkung hat, wie wir annehmen dürfen, bereits im Embryonalpunkte stattgefunden, denn die Krystalle zeigen in sich keine Störung. Die Ursache der stärkeren Ablenkung im vorliegenden Falle dürfte in der leichteren Beweglichkeit zu suchen sein, die die eigentümlich lockere Gruppierung gewährt.

Statistik über sämtliche bekannte Combinationen des Cerussit.

Eine Statistik über die Anglesitcombinationen wurde in dieser Zeitschrift bereits gegeben¹⁾. Hier möge eine analoge Zusammenstellung für Cerussit folgen. Das hier gegebene Literaturverzeichnis wird das Auffinden der Originalbeschreibung der Combinationen erleichtern.

Welchen Wert eine derartige Combinationenzusammenstellung hat, wurde bereits in der oben citierten Anglesitarbeit hervorgehoben.

Dieselben Argumente dürften auch hier zutreffen.

Jedenfalls kann eine Zusammenstellung bis zum heutigen Tage ihren Nutzen haben.

Eine einheitliche Buchstabenangabe ist hier gewählt in Übereinstimmung mit dem Index der Krystallformen und den Winkeltabellen von V. Goldschmidt. Wenn die Buchstaben des Autors von den angegebenen abweichen, sind beide erwähnt.

Leider haben auch neuere Autoren Buchstaben benutzt, die schon Verwendung gefunden hatten. So nennt Hobbs eine Form {0.25.4} *z*, womit die Form {377} schon bezeichnet war.

Traube benutzt die Buchstaben *f*, *e*, *g*, *n*, die schon 1882 von Mägge für seine neuen Formen angegeben waren.

1) P. Hermann, Über Anglesit von Monteponi. Zeitschr. f. Kryst. 29, 461.
Groth, Zeitschrift f. Kristallogr. XL.

Dannenberg gibt für seine Pyramide ein δ , schon von Schrauf für die Form {562} benutzt.

In der Weise wird die Verwirrung in der wachsenden Formenzahl immer größer. Diese Buchstaben sind darum von mir in Klammern eingefasst, und es wird den betreffenden Autoren überlassen, ihre Bezeichnungen umzuändern.

Die Form {0.13.4}, von Mügge als wahrscheinlich angegeben, wurde später von Artini beobachtet und ist unter dem Namen beider Autoren angegeben.

Unsicher sind noch {0.12.1} und {833}, von Mügge selber als solche bezeichnet.

Als Autor der Formen α {122} und β {133} ist immer Dana angegeben. Ich habe aber keine Abhandlung finden können, in welcher diese von Dana beschrieben worden sind.

In der 5. Auflage seines Lehrbuches sind sie allerdings erwähnt, aber stammen da in aller Wahrscheinlichkeit von Peters, in dessen Abhandlung sie aber nicht als neu angegeben werden.

Eine dieser Formen, α {122}, wurde später noch einmal von Mügge beobachtet.

Die neue Form i {240}, welche Traube am Iglesiasit gefunden hat, wurde auch in dieses Verzeichnis aufgenommen.

Von den vier neuen Formen S , R , H , E , welche Artini gibt, kommen S und H als solche in einer Combination vor. Die beiden anderen sind nur bei der gesamten Formenzahl angegeben und hier nur zwei Combinationen zugefügt, um die Aufnahme zu ermöglichen.

Deutsches Reich.

Nr.	Combination	Zw. Ep.	Fundort	Autor
1	<i>b m p k i x v l i e q d</i>		Stolberg	Schrauf 1873
2	<i>b m p k v</i>	m	»	»
3	<i>b m i x</i>	r	»	Sadebeck 1875
4	<i>m p i x (d)</i>	m	»	Dannenberg 1891
5	<i>b m p k i y r o e s</i>		Badenweiler	Schrauf 1873
6	<i>b m p i</i>		»	»
7	<i>b m p k i x r a q</i>		»	»
8	<i>b m p k i x r a o g q q i z a</i>		»	v. Lang 1874
9	<i>m i</i>		»	Leonhard 1876
10	<i>b m p i x e</i>		»	»
11	<i>b m p k i x r a o s w e</i>		»	Liweh 1884
12	<i>b m p k i e r</i>		»	»
13	<i>b m p i x r</i>		»	»
14	<i>b m p k i e r i</i>		»	»
15	<i>b m p k i e r t</i>		»	»
16	<i>b m k i x a</i>		»	»
17	<i>b m p k i e x y r a o</i>		»	»
18	<i>b m p i</i>		»	»
19	<i>b m p k i x y a o</i>		»	»
20	<i>b m p k i x y r a o s</i>	m	»	»
21	<i>b m p k i x y r a o s w</i>		»	»
22	<i>b m p k i x r</i>		»	»
23	<i>b m p k i x r a</i>		»	»
24	<i>b m p k i e x r</i>		»	»
25	<i>b m p i v</i>		»	»
26	<i>b m p k i x y r a o s n</i>		»	»
27	<i>b m p k i x y r a o s l</i>		»	»
28	<i>b m p k i x y r a</i>		»	»
29	<i>b m p k i e x y r a o</i>		»	»
30	<i>b p i x y r a</i>		»	»
31	<i>b m p k i x y r a</i>		»	»
32	<i>b m p k i x y r a</i>	m	»	»
33	<i>b m p i</i>		»	»

Nr.	Combination	Zw. Ep.	Fundort	Autor
34	<i>b m p i a</i>	r	Badenweiler	Liweh 1884
35	<i>b k e x r e</i>		»	»
36	<i>b m p</i>	m	Braubach	Schrauf 1873
37	<i>b m p k i e x y r a</i>		Friedrichsengen	Seligmann 1876
38	<i>b m p k e</i>		»	»
39	<i>b m p k e y</i>		»	»
40	<i>b m p k e</i>	m	»	»
41	<i>b m p k e</i>	m	»	»
42	<i>b m p k e</i>	m	»	»
43	<i>b m p k i y r a</i>	r	»	»
44	<i>b m p k i e x y r a o o q</i>		»	1880
45	<i>s e x m t u c y e a</i>		»	Sandberger 1850
46	<i>b m p i x</i>	m	Ibbenbüren	Ohm 1899
47	<i>b m p k i e x y r a v</i>	m	Ramsbeck	»
48	<i>b m p i x a</i>		Bönkhausen	»
49	<i>b m p k i x y r a o w x</i>		Altendorf	»
50	<i>b m p k i x y r a o</i>		Wiggeringhausen	»
51	<i>b m p i e r a</i>		Burbach	»
52	<i>b m p k i x y r a</i>		Silberg	»
53	<i>b m p i a x</i>		Müsen	»
54	<i>b m p i r a</i>		»	»
55	<i>b m p i e x r a</i>		Siegen	»
56	<i>b m p i r a</i>		»	»
57	<i>b m p i a</i>		Rheinbreitbach	Kaiser 1899
58	<i>b m p e a</i>		»	»
59	<i>b m p i e r a</i>		Honnet	»
60	<i>b m p i x h</i>		»	»
61	<i>b m p k i e x y r a o a</i>		Harz	Huby 1822
62	<i>b m k e x y r a</i>		Zellerfeld	Levy 1837
63	<i>b m p i y a</i>		»	»
64	<i>b m p i e</i>		Harz	Schrauf 1873
65	<i>m p y</i>		»	»

Nr.	Combination	Zw. Eb.	Fundort	Autor
82	<i>b m p i c</i>		Langenstriegis	Frenzel 1874
83	<i>b m p i c x y x</i>		Freium	Lévy 1837
84	<i>k e a</i>		Vilsek, Bayern	Schrauf 1873
85	<i>b m p c a</i>		Hohengeroldseck	Lévy 1837
86	<i>b m p i</i>			
87	<i>b m p i c</i>			
88	<i>b m p k i x r a</i>			
89	<i>b m p c r a</i>			
90	<i>b m p e y r a</i>		Hofsgrund, Breisg.	
91	<i>b m p c r a</i>			
92	<i>b p c a</i>	m	St. Blasien	Groth 1878
93	<i>b m p k c x y r a</i>	m	Kinzigtal	
94	<i>b m p k</i>			Leonhard 1876
95	<i>m k c x a</i>			
96	<i>b m p i x r</i>	m	Neuglück	
97	<i>b m p i</i>		Großsachsen	

Österreich-Ungarn.

Nr.	Combination	Zw. Eb.	Fundort	Autor
66	<i>b m i x</i>		Ludecke 1896	
67	<i>m p y r</i>	m	Zellerfeld	
68	<i>b m p i</i>		Tanne	Lévy 1837
69	<i>b m p i x r v q (a)</i>		Wetzlar	Traube 1894
70	<i>m p i x y r a (c)</i>		Tarnowitz	
71	<i>b m p k i x y r a o x w g</i>			
72	<i>p e l (f) (g)</i>			
73	<i>m p i x y r o e i</i>			
74	<i>b m p x y</i>	m	Johanngeorgenst.	Groth 1878
75	<i>b m p i x r</i>			Lévy 1837
76	<i>b m p r</i>			Mohs-Haid, 1825
77	<i>b m p i x</i>			Frenzel 1874
78	<i>b m p x i</i>			
79	<i>b m p k i</i>			
80	<i>b m p i</i>		Freiberg	Lévy 1837
81	<i>b m p k i c x y r a o q s</i>			v. Lang 1874

412	<i>b m p i</i>		Příbram	Kleszczynski 1855
413	<i>b m p i y r a</i>			
414	<i>b m p i c</i>			Lévy 1837
415	<i>b m p</i>			Schrauf 1873
416	<i>b m p i c</i>			
417	<i>b m p e r</i>			
418	<i>b m p x</i>	m		
419	<i>p i x</i>			Groth 1878
420	<i>b m p i x</i>		Bleiberg	Mohs-Haid, 1825
421	<i>b m p e r</i>			Schrauf 1873
422	<i>p k</i>			
423	<i>b m p x r</i>	m		v. Zepharov, 1878
424	<i>b p i</i>			Peters 1861
425	<i>b m p i</i>	m	Olsa	v. Zepharov, 1865

98	<i>b p k e x</i>		Bleistadt	Schrauf 1873
99	<i>b m p i</i>			
400	<i>b m p</i>			
401	<i>b m p e r</i>			
402	<i>b m p i</i>		Mies	Lévy 1837
403	<i>b m p i c</i>			
404	<i>b m p e r</i>			Schrauf 1873
405	<i>b m p i c x *</i>			Barvit 1900
406	<i>b m p k i e y r a</i>			Groth 1878
407	<i>m p i c</i>			
408	<i>b m p k c</i>			
409	<i>b m p k i c</i>			Gerstendorf, 1890
410	<i>b m p i c</i>			
411	<i>b m p k r a</i>			

1261	b p i o a a	m	Huttenb. Erzberg, v. Zepharov, 1874	153	b m p i r		Telkes	Schmidt 1882
1267	b m p k i c a r a v a			154	b m p k i c a r a w	m		
1268	b m p k i c a r a y a	m	Littai, Krein	155	b m p i r a	m		
1269	b m p i o a a		Kirillbaba, Bukow.	156	b m p x y r a o g l			
1270	b m p i o a a	m		157	b m p i c y a			
1271	b m p i o a a			158	b m p k i c a r a v		Pelsoz Ardo	1881
1272	b m p i o a a			159	b m p i c x			
1273	b m p k i c a r a a	m		160	b m p k i c a v			
1274	b m p i r a			161	b m p k i c a y r			
1275	b m p k i c a r a		Tscherno 1801	162	b m p k i c a r v a	m	Turkalcza	Zimányi 1902
1276	b m p k a r a o g a f e l y		Peters 1861	163	b m p k i c a r v a n			
1277	b m p k i c y o g			164	b m p k i c a r a a			
1278	b m p c y a o g w e l			165	b m p k i c a r a			
1279	b m p k i c y r a o g a f l			166	b m p k i c a r a o		Kis Muncsel	1892
1280	b m p k i c y r o e o g s		Schrauf 1873	167	b m p i r a v e	m	Schemnitz	Peters 1861
1281	b m p i c m y			168	m p k x		Biela	
1282	b m k i c y			169	b m p i c	m	Banatt	Schrauf 1873
1283	m p k i c y	m		170	b m p i c			
1284	b m p k i c y o			171	b m p k i c y r a o w		Dognácska, Banat	Hornes 1846
1285	b m p k i c y a e l f	r		172	b m p k i c a r a		Rodna	Verba 1878
1286	b m p k i c y r		Körösbánya	173	b m p k i c a			
1287	b m p k i c y r a o g d			174	b m x			
1288	b m p k i c y r a o g s g		Telkes	175	b m p k i c a r a			Krenner 1878
1289	x x x			176	b m p c r a r a			vom Rath 1879
1290	b m p k i c a r a	m		177	b m p c r a v	m	Ungarn	v. Lang 1879
1291	b m p k i c a r a n							
1292	b m p k i c a r a							

I t a l i e n.

1293	b m p i r		Auronzo	187	b m p k i c a r a		Auronzo	Negri 1889
1294	b m p i r a			188	b m p k i c a r a	r	Bovegno, Val Trompia	
1295	b m p k i c a r			189	m p i c a r a	m		Artini 1897
1296	b m p i r a a			190	m p i c y r a	m		
1297	b m p k i c a r			191	b m p k i c a r a a	r		
1298	b m p i c a r h			192	b m p i c	m	Gorno	1896
1299	b m p i c a r e N K			193	b m p i c x g	m		
1300	b m p k i c a r a			194	b m p i c a r a n	m		
1301	b m p k i c a r e			195	b m p i c a r g	m		

Nr.	Combination	Zw. Eb.	Fundort	Autor
82	<i>b m p i c</i>		Langenstriegis	Frenzel 1874
83	<i>b m p i c x y z</i>		Freium	Lévy 1837
84	<i>k e c a</i>		Vilsek, Bayern	Schrauf 1873
85	<i>b m p c a</i>		Hohengeroldseck	Lévy 1837
86	<i>b m p i</i>			
87	<i>b m p i c</i>			
88	<i>b m p k i x r a</i>			
89	<i>b m p c r a</i>		Hofsgrund, Breisg.	
90	<i>b m p e y r a</i>			
91	<i>b m p c r a</i>			
92	<i>b p c a</i>	m	St. Blasien	Groth 1878
93	<i>b m p k c x y r a</i>	m	Kinzigtal	
94	<i>b m p k</i>			Leonhard 1876
95	<i>m k c x a</i>			
96	<i>b m p i x r</i>	m	Neuglück	
97	<i>b m p i</i>		Großsachsen	

Österreich-Ungarn.

Nr.	Combination	Zw. Eb.	Fundort	Autor
66	<i>b m i x</i>		Lüdecke 1896	
67	<i>m p y r</i>	m	Zellerfeld	
68	<i>b m p i</i>		Tanne	Lévy 1837
69	<i>b m p i x r e p (a)</i>		Wetzlar	Traube 1894
70	<i>m p i x y r a (c)</i>		Tarnowitz	
71	<i>b m p k i x y r a o x w g</i>			
72	<i>p e l (f) (g)</i>			
73	<i>m p i x y r o e i</i>			
74	<i>p x</i>			Groth 1878
75	<i>b m p x y</i>	m	Johanngeorgenst.	Lévy 1837
76	<i>b m p i x r</i>			Mohs-Haid. 1823
77	<i>b m p r</i>			Frenzel 1874
78	<i>b m p i x</i>			
79	<i>b m p k i</i>		Freiberg	Lévy 1837
80	<i>b m p i</i>			v. Lang 1874
81	<i>b m p k i c x y r a o q s</i>			
	<i>w g n g μ</i>			

412	<i>b m p i</i>		Příbram	Kleszczynski 1855
413	<i>b m p i y r a</i>			
414	<i>b m p i c</i>			Lévy 1837
415	<i>b m p</i>			Schrauf 1873
416	<i>b m p i c</i>			
417	<i>b m p c r</i>			
418	<i>b m p x</i>			
419	<i>p i x</i>	m		
420	<i>b m p i x</i>		Bleiberg	Groth 1878
421	<i>b m p c r</i>			Mohs-Haid. 1825
422	<i>p k</i>			Schrauf 1873
423	<i>b m p x r</i>	m		
424	<i>b p i</i>			v. Zepharov. 1878
425	<i>b m p i</i>	m	Olsa	Peters 1861
				v. Zepharov. 1865

98	<i>b p k c x</i>		Bleistadt	Schrauf 1873
99	<i>b m p i</i>			
400	<i>b m p</i>			
401	<i>b m p c r</i>			
402	<i>b m p i</i>		Mies	Lévy 1837
403	<i>b m p i c</i>			
404	<i>b m p c r</i>			
405	<i>b m p i c x *</i>			Schrauf 1873
406	<i>b m p k i c y r a</i>			Barvit 1900
407	<i>m p i c</i>			Groth 1878
408	<i>b m p k c</i>			
409	<i>b m p k i c</i>			
410	<i>b m p i c</i>			Gerstendorf. 1890
411	<i>b m p k r a</i>			

126	b p i o a	m	Hüttenb. Erzberg.	v. Zepharov. 1874	153	b m p i r	Telekes	Schmidt 1882
127	b m p k i c x a v	m	Littai, Krain	>	154	b m p k i c x a w	>	>
128	b m p k i c x y r a	m	Kirilbaba, Bukow.	> 1884	155	b m p x y r a o g l	>	>
129	b m p i o a	m	>	> 1870	156	b m p i c y a	>	>
130	b m p i a	m	>	>	157	b m p k i c x a v	Pelsöcz Ardó	> 1884
131	b m p i c x a	m	>	>	158	b m p i c x	>	>
132	b m p i x a	m	>	>	159	b m p k i c x a v	>	>
133	b m p i c x a a l	m	>	>	160	b m p k i c x y v	>	>
134	b m p i r a	m	Litica, Bosnien	>	161	b m p k i c x v	Tarkaicza	Zimányi 1902
135	b m p k i c x a	m	Rézbánya	Tscherne 1891	162	b m p k i c x v x n	>	>
136	b m p k e r a o g a β e l y	m	>	Peters 1861	163	b m p k i c x r a o x	>	>
137	b m p k i c y o g	m	>	>	164	b m p k i c x a	>	>
138	b m p c y a o g w e l	m	>	>	165	b m p k i c x a o	>	>
139	b m p k i c y r a o g a β l	m	>	Schrauf 1873	166	b m p i c x a v r	Kis Muncsel	> 1892
140	b m p k i c y r o v o p s	m	>	>	167	b m p i c x	Schemnitz	Peters 1861
141	b m p i c n y	m	>	>	168	p s o	Biela	>
142	b m k i c y	m	>	>	169	b m p i c	Banat	Schrauf 1873
143	b m p k i c y	m	>	>	170	b m p c	>	>
144	b m p k i c y o	m	>	>	171	b m p k i c y r a o w	Dognácska, Banat	Hörnes 1846
145	b m p k i c y a e l J	m	>	>	172	b m p k i c x a	Rodna	Vrba 1878
146	b m p k i c y r	m	Körösbánya	Levy 1837	173	b m p k i c x a	>	>
147	b m p k i c y r a o s g d	m	>	>	174	b m x	>	>
148	b m p k i c y r a o p s g	m	Telekes	Schmidt 1882	175	b m p k i c x a	>	>
149	x x x	m	>	>	176	b m p c x y r a	>	Krenner 1878
150	b m p k i c x y a	m	>	>	177	b m p c a v v	Ungarn	vom Rath 1879
151	b m p k i c x y a	m	>	>				v. Lang 1879

Italien.

178	b m p i r		Auronzo	Negri 1889	187	b m p k i c x x	Auronzo	Negri 1889
179	b m p i r a		>	>	188	b m p k i c x v x	Bovegno, Val Trompia	>
180	b m p k i c x r		>	>	189	m p i c x a	>	Artini 1897
181	b m p i r a s		>	>	190	m p i c y r a	>	>
182	b m p k i c x r v		>	>	191	b m p k i c x y a v x	>	>
183	b m p i c x r h		>	>	192	b m p i c x	Gorno	> 1896
184	b m p i c x v N K		>	>	193	b m p i c x g	>	>
185	b m p k i c x a		>	>	194	b m p i c x v x n	>	>
186	b m p k i c x r v		>	>	195	b m p i c x r g	>	>

Nr.	Combination	Zw. Eb.	Fundort	Autor
496	<i>b m p k i x r e z n g t S*</i>	m	Gorno	Artini 1896
497	<i>m p i x</i>	m	Laorca, Val Sassina	» 1901
498	<i>b m p k a</i>	m	Valdisperna	d'Acchiardi 1897
499	<i>b m p k i x y r a o g s r</i>	m	Nebida	Riva 1897
500	<i>b m p k c x y r</i>	m	»	»
501	<i>b m p k c x y r</i>	m	»	»
502	<i>m p c y r</i>	r	»	»
503	<i>b m p k i y r a</i>	m	Rosas	» 1899
504	<i>b m k i r a</i>	m	»	»
505	<i>m p i y r a</i>	m	»	»
506	<i>b m p k i a</i>	m	»	»
507	<i>b m p k i c y r a e</i>	m	Sarrabus	Tacconi 1900
508	<i>m x</i>	m	Ingutlosa	Groth 1878
509	<i>b m p c</i>	m	Malidano	Millosevich 1900
510	<i>b m p i</i>	m	»	»
511	<i>b m p c y r</i>	m	»	»
512	<i>b m p i c</i>	m	»	»
513	<i>b m p i x</i>	m	»	»
514	<i>b m p k i e r z</i>	r	»	»
515	<i>b m p k y r</i>	m	Monteponi und Montevecchio	Artini 1888
516	<i>b m p i y r a v e</i>	m	»	»
517	<i>b m p k c y r a v s w S</i>	m	»	»
518	<i>b m p i x r s n t</i>	m	»	»
519	<i>b m p k i x r</i>	m	»	»
520	<i>b m p i y r a o s e v z H R</i>	m	»	»
521	<i>b m p k i c o g</i>	m	»	»
522	<i>b m p</i>	m	»	»
523	<i>b m p k i c r</i>	m	»	»
524	<i>b m p k i c x n</i>	m	»	»
525	<i>b m p x r</i>	m	»	»
526	<i>b m p i a</i>	m	»	»
Nr.	Combination	Zw. Eb.	Fundort	Autor
227	<i>m p</i>	m	Monteponi und Montevecchio	Artini 1888
228	<i>b m p i</i>	m	»	»
229	<i>b m p i</i>	m	»	»
230	<i>b m p k i a</i>	m	»	»
231	<i>b m p c y</i>	m	»	»
232	<i>b m p k c x y r o s w q</i>	m	»	»
233	<i>b m p</i>	m	»	»
234	<i>b m p</i>	m	»	»
235	<i>b m p k i r f</i>	m	»	»
236	<i>m p c</i>	m	»	»
237	<i>b m p k i r s</i>	m	»	»
238	<i>k r v</i>	r	»	»
239	<i>b m p k r</i>	r	»	»
240	<i>b m p k c y r a o r s w x</i>	r	»	»
241	<i>b m p k i c x r a o v q s</i>	r	»	»
242	<i>w S E</i>	r	»	»
243	<i>m p k c y r a v s w</i>	r	»	»
244	<i>m p k c x y a o v s x</i>	r	»	»
245	<i>m p k i x y r a o v n S</i>	m	San Marco	Ht. 1904
246	<i>m p k i x y r a o v S q u</i>	m	»	»
247	<i>q n q</i>	m	»	»
248	<i>b m p k i x r Q</i>	m	»	»
249	<i>b m p k c y r a o v s w x</i>	m	Monteponi	»
250	<i>b m p i c y r o</i>	m	»	»
251	<i>m p k c r v</i>	r	»	»
252	<i>m p k i c x r v s w</i>	r	»	»
253	<i>b m p k i c x y r a v</i>	r	»	»
254	<i>b m k i r e x n u w</i>	r	»	»
255	<i>b m k i c r e v n ζ n</i>	r	»	»
256	<i>b k i c x y o v x g q T</i>	r	»	»

Rußland.

256	<i>b m p e r a</i>	Ural		279	<i>b m k</i>	Taininsk	v. Kokschar. 1870
257	<i>p i</i>	Jekaterinenburg	Lévy 1837	280	<i>b m p k c y r o w</i>	"	"
258	<i>b p k c x</i>	Beresowsk	v. Kokschar. 1870	281	<i>b m p k c x o s w</i>	"	"
259	<i>b p k c</i>	"	"	282	<i>b m k i c x r a v x n t u</i>	"	"
260	<i>b m p i</i>	Bakalsk	Samojloff 1900	283	<i>b m p k i</i>	"	"
		Altai		284	<i>b m p k c x</i>	"	"
261	<i>b m p i</i>	Nikolajewsk	v. Kokschar. 1870	285	<i>b m p o</i>	"	"
262	<i>b m p k i x</i>	Solotuschinsk	"	286	<i>b m p</i>	"	"
263	<i>b m p i</i>	Riddersk	"	287	<i>b m p k i c y a v</i>	"	"
264	<i>b m p i</i>	"	"	288	<i>b m c</i>	"	"
265	<i>b m p k</i>	"	"	289	<i>b m p c r</i>	"	"
266	<i>b m i</i>	"	"	290	<i>b m p c r s</i>	"	"
267	<i>b m c y r</i>	Syrjanowsk	Jeremejew 1899	291	<i>b m p k c</i>	Kadainsk	"
268	<i>b m p r i e v</i>	Salairk	"	292	<i>b m p c y</i>	"	"
		Transbaikalien		293	<i>b m p c</i>	"	"
269	<i>b m p i</i>	Nertschinsk	Lévy 1837	294	<i>b m p c r</i>	"	"
270	<i>b m p i c</i>	"	"	295	<i>b m p c</i>	"	"
271	<i>b m p k i x y r</i>	"	"	296	<i>p k</i>	"	"
272	<i>b m p k i c x y a</i>	"	"	297	<i>b m p c</i>	Trech-Swjatitelsk	"
273	<i>b m p k i x y r a o</i>	"	"	298	<i>b m p i c</i>	"	"
274	<i>b m p k i x y r a o s g</i>	"	"	299	<i>b m p k y r w</i>	"	"
275	<i>b m p k i x y r a o s g</i>	"	"	300	<i>b m p c g h</i>	"	"
276	<i>b m p k c x</i>	"	"	301	<i>b m k i c x r</i>	Sjemipalatinsk	Jeremejew 1899
277	<i>b m p c</i>	Taininsk	Schrauf 1873	302	<i>b m p i c a g</i>	Kolivan, Sibirien	Lévy 1837
278	<i>b p c</i>	"	v. Kokschar. 1870	303	<i>b m k i c</i>	Sibirien	Schrauf 1873

Großbritannien, Belgien, Frankreich, Spanien, Schweden
und Griechenland.

304	<i>b m p i</i>	Leadhills	Lévy 1837	309	<i>b m p i y r a</i>	Leadhills	Lévy 1837
305	<i>b m p i c</i>	"	"	310	<i>b m p k i c x y r a o s w</i>	"	Mohs-Haid. 1825
306	<i>b m p i x y</i>	"	"	311	<i>b m p k i y r o v s</i>	"	Schrauf 1873
307	<i>b m p k i c r</i>	"	"	312	<i>b m p k i c x o</i>	"	"
308	<i>b m p i x y a</i>	"	"	313	<i>b m p k v</i>	"	"

Nr.	Combination	Nr. Fb.	Fundort	Autor
343	<i>b m i x y a</i>		La Croix, Vogesen	Miers 1882
343	<i>b m p k x y</i>		„	„
344	<i>b m p k i x y r a o w x</i>		„	„
345	<i>b m p i x y r a o w x h ψ η</i>		„	„
346	<i>b p r</i>		„	„
347	<i>m p k x x</i>		„	„
348	<i>b m p i</i>		Poullaouen	Lévy 1837
349	<i>b m p k c</i>		Malines, Gard	Michel 1890
350	<i>b m p k i y r</i>		La Pacaudière, Roanne	Gonnard 1892
351	<i>b m p k i x y r a o p s w</i>		„	„
352	<i>b m p k i x y r a o s g</i>	<i>m</i>	„	„
353	<i>b m p y r a o w</i>	<i>m</i>	„	„
354	<i>b m p x y</i>	<i>m</i>	„	„
355	<i>m p i x a</i>		Roure, Pontgib.	„
356	<i>b m p k i x y r a</i>	<i>m</i>	„	„
357	<i>b k i x a</i>		„	„
358	<i>m p k i y</i>		El Boracho	Schrauf 1873
359	<i>b m p k i c x y r a w</i>		Santander	v. Lang 1874
360	<i>b m p k i</i>		Sierra Almagrera	Groth 1878
361	<i>b m p k i c x y r x o a s</i> <i>e e u a v n t n g h b c</i> <i>e f</i>		Cordoba	Mügge 1882
362	<i>b m p k i c x y r a o v s w</i>	<i>r</i>	Cabo de Gata	Osann 1895
363	<i>b m p k i c x r a v</i>	<i>m</i>	Norberg	Johansson 1892
364	<i>b m p k i x o v s g q</i>		Pajsberg	Flink 1889
365	<i>m p i x v</i>		Laurium	vom Rath 1887
366	<i>b m p k i x v</i>		„	Lacroix 1896

Nr.	Combination	Nr. Fb.	Fundort	Autor
314	<i>b m p i a</i>		Devonshire	Lévy 1837
315	<i>b m p i a</i>		„	„
316	<i>b m p i a</i>		„	„
317	<i>b m p i</i>		„	„
318	<i>b m p k r</i>		Derbyshire	„
319	<i>b m p i c x r o</i>		„	„
320	<i>b m p i c x y r a</i>		„	„
321	<i>b m p i c</i>		„	„
322	<i>m p x</i>		„	„
323	<i>b m p i y a</i>		„	v. Lang 1874
324	<i>b m p i r v</i>		Padstow, Cornw.	Lévy 1837
325	<i>b m i x y r a</i>	<i>m</i>	Bleiberg, Belgien	Cesáro 1897
326	<i>m p i y</i>		„	„
327	<i>b m p k</i>		Angleur	„
328	<i>b p i</i>		Welkenraedt	„
329	<i>b m p k i x r a</i>		Rocheux	„
330	<i>m p k c a</i>		Longwilly	„
331	<i>m p k i c a o f</i>		Moresnet	„
332	<i>b m p k i c a d</i>		„	„
333	<i>b m p k i c a o w f</i>		„	„
334	<i>m p k c a</i>		„	Buttgenbach
335	<i>m p k i c a o f</i>		„	„
336	<i>b m p k i c a d</i>		„	„
337	<i>b m p k i c x a o w f</i>	<i>m</i>	Villers en Fagne	„ 1898
338	<i>b m p k i c x h</i>	<i>r</i>	Bretagne	„
339	<i>m v</i>		La Croix, Vogesen	Häüly 1804
340	<i>b m x y</i>		„	„
341	<i>b m p i y</i>		„	Lévy 1837

Formen des Cerussit.

Nr.	Buchst. des Index	Symbole			Häufigkeit		Buchst. des Autors	Autor	Jahres- zahl
		Gdt.	Miller	Naumann	Zahl d. Beob.	0/0			
1	c	0	{001}	0P	176	44,0	k	Haüy	1801
2	b	000	{010}	∞P∞	357	89,3	l	"	1801
3	a	∞00	{100}	∞P∞	164	41	g	"	1801
4	.	300	{310}	∞P ₃	4	0,3		Buttgenbach	1902
5	i	200	{210}	∞P ₂	4	0,3	i	Traube	1894
6	f	300	{330}	∞P ₃	6	1,5		Brooke-Miller	1852
7	m	∞00	{110}	∞P	374	93,5	M	Haüy	1801
8	▽	∞00	{350}	∞P ₃	2	0,5		Des Cloizeaux	1874
9	X	∞02	{120}	∞P ₂	5	1,3		Schmidt	1882
10	.	∞00	{380}	∞P ₃	4	0,3		Hobbs	1895
11	r	∞03	{130}	∞P ₃	192	48	e	Haüy	1801
12	.	∞05	{150}	∞P ₅	4	0,3		Buttgenbach	1902
13	.	∞07	{170}	∞P ₇	4	0,3	f	Traube	1894
14	I	∞08	{180}	∞P ₈	2	0,5		Liweh	1884
15	c	010	{016}	1P∞	4	0,3		Mügge	1882
16	γ	010	{043}	1P∞	6	1,5		Dana	1877
17	.	025	{025}	1P∞	4	0,3	e	Traube	1894
18	x	012	{012}	1P∞	195	48,8	s	Haüy	1801
19	q	023	{023}	1P∞	5	1,3		Kokscharow	1870
20	T	034	{034}	1P∞	4	0,3		Ht.	1904
21	k	011	{011}	1P∞	201	50,3	q	Haüy	1801
22	e	087	{087}	1P∞	4	0,3		Mügge	1882
23	f	076	{076}	1P∞	4	0,3		"	"
24	Q	054	{054}	1P∞	4	0,3		Ht.	1904
25	S	032	{032}	1P∞	5	1,3		Artini	1888
26	i	024	{024}	2P∞	279	69,8	u	Haüy	1801
27	R	052	{052}	1P∞	4	0,3		Artini	1888
28	v	034	{034}	3P∞	63	15,8	x	Haüy	1801
29	π	044	{044}	4P∞	30	7,5	π	"	"
30	n	054	{054}	5P∞	16	4		Kokscharow	1870
31	t	064	{064}	6P∞	7	1,8		"	"
32	.	025	{0.25.4}		4	0,3	λ	Hobbs	1896
33	u	074	{074}	7P∞	3	0,8		Kokscharow	1870
34	z	084	{084}	8P∞	4	1		Seligmann	1880
35	n	094	{094}	9P∞	3	0,8		Mügge	1882
36	g	010	{0.10.1}	10P∞	4	0,3		"	"
37	.	013	{0.13.4}	13P∞	2	0,5		Mügge, Artini	1896
38	h	014	{0.14.4}	14P∞	4	0,3		Mügge	1882
39	.	022	{0.22.4}	22P∞	4	0,3		Barviß	1900
40	.	029	{0.29.4}	29P∞	4	0,3		"	"
41	.	033	{0.33.4}	33P∞	4	0,3		"	"
42	.	037	{0.37.4}	37P∞	4	0,3		"	"
43	a	105	{105}	1P∞	4	0,3		Mügge	1882
44	E	104	{104}	1P∞	4	0,3		Artini	1888
45	d	103	{103}	1P∞	3	0,8		Brooke-Miller	1852
46	y	102	{102}	1P∞	127	31,8		Haüy	1801
47	A	104	{104}	1P∞	4	0,3		Goldschmidt	1902
48	e	104	{104}	1P∞	9	2,3		Dana	1877
49	π	302	{302}	1P∞	5	1,3		v. Lang	1874
50	l	201	{201}	2P∞	7	1,8		Dana	1877
51	.	171	{171}	7P ₇	4	0,3	g	Traube	1894
52	H	164	{164}	6P ₆	4	0,3		Artini	1888
53	φ	134	{134}	3P ₃	8	2		Schrauf	1873
54	s	121	{121}	2P ₂	37	9,3		Mohs-Haid.	1825
55	p	111	{111}	P	370	92,5	t	Haüy	1801

Nr.	Buchst. des Index	Symbole			Häufigkeit		Buchst. des Autors	Autor	Jahres- zahl
		Gdt.	Miller	Naumann	Zahl d. Beob.	0/0			
56	π	$4\frac{2}{3}$	{323}	\bar{P}_3	1	0,3	a	Mügge	1882
57	ϑ	$4\frac{1}{3}$	{313}	\bar{P}_3	1	0,3		v. Lang	1874
58	v	14,14	{14,14,4}	44P	2	0,5		Mügge	1882
59	.	4	{441}	4P	1	0,3		Traube	1894
60	ε	3	{331}	3P	4	1	l	Schrauf	1873
61	τ	2	{221}	2P	6	1,5		>	>
62	o	$\frac{1}{2}$	{412}	$\frac{1}{2}P$	69	17,3		Mohs-Haid.	1825
63	g	$\frac{1}{3}$	{113}	$\frac{1}{3}P$	25	6,3		Lévy	1837
64	h	$\frac{1}{4}$	{414}	$\frac{1}{4}P$	7	1,8		Kokscharow	1870
65	β	$\frac{1}{4}$	{133}	\bar{P}_3	2	0,5		Dana	1868
66	λ	$\frac{1}{4}$	{377}	\bar{P}_3	1	0,3		v. Zepharov.	1870
67	α	$\frac{1}{4}$	{122}	\bar{P}_2	3	0,8		Dana	1868
68	v	$\frac{1}{4}$	{322}	\bar{P}_3	1	0,3		v. Lang	1874
69	w	24	{211}	2 \bar{P}_2	30	7,5		Mohs-Haid.	1825
70	Δ	34	{311}	3 \bar{P}_3	1	0,3	j	Schrauf	1873
71	μ	$2\frac{1}{2}$	{324}	$\frac{1}{2}\bar{P}_3$	1	0,3		v. Lang	1874
72	ϱ	$2\frac{1}{2}$	{342}	2 \bar{P}_3	1	0,3		Schrauf	1873
73	ε	$2\frac{1}{2}$	{394}	$\frac{1}{2}\bar{P}_3$	1	0,3		v. Lang	1874
74	K	$2\frac{1}{2}$	{354}	$\frac{1}{2}\bar{P}_3$	1	0,3		Negri	1888
75	ψ	$2\frac{1}{2}$	{134}	$\frac{1}{2}\bar{P}_3$	2	0,5		v. Lang	1874
76	δ	$2\frac{1}{2}$	{562}	3 \bar{P}_5	1	0,3		Schrauf	1873
77	ω	$2\frac{1}{2}$	{154}	$\frac{1}{2}\bar{P}_5$	1	0,3		Liweh	1884
78	κ	35	{351}	5 \bar{P}_3	1	0,3		Schmidt	1882
79	η	$2\frac{1}{2}$	{352}	$\frac{1}{2}\bar{P}_3$	2	0,5		v. Lang	1874
80	σ	$2\frac{1}{2}$	{173}	$\frac{1}{2}\bar{P}_7$	1	0,3	j	>	>
81	N	11,13	{11,13,4}	13 \bar{P}_{11}	1	0,3		Negri	1888
82		$4\frac{8}{15}$	{4,86,45}	$\frac{8}{15}\bar{P}_{11}$	1	0,3		Dannenberg	1891
	?	$\frac{8}{15}$	{833}	$\frac{8}{15}\bar{P}_{11}$				Mügge	1882
	?	0,12	{0,12,4}					>	>

In der nachstehenden Übersicht sind die Formen der 400 bekannten Combinationen ihrem Häufigkeitsrange nach geordnet.

Buchstabe:	m	p	b	i	k	x	r	c	a	y	o	v	s	w	π
Symbol Gdt.:	∞	1	0∞	02	04	$0\frac{1}{2}$	$\infty 3$	0	$\infty 0$	$\frac{1}{2}0$	$\frac{1}{2}$	03	12	24	04
Zahl d. Beob.:	374	370	357	279	204	195	192	176	164	127	69	63	37	30	30
Häufigkeit 0/0:	93,5	92,5	89,3	69,8	50,3	48,8	48	44	41	31,8	17,3	15,8	9,3	7,5	7,5

Buchstabe:	g	n	e	φ	t	l	h	f	γ	τ	χ	q	S	π	ζ
Symbol Gdt.:	$\frac{1}{2}$	05	10	13	06	20	$\frac{1}{2}$	$\frac{1}{2}\infty$	$0\frac{1}{2}$	2	$\infty 2$	$0\frac{1}{2}$	$0\frac{1}{2}$	$\frac{1}{2}0$	08
Zahl d. Beob.:	25	46	9	8	7	7	7	6	6	6	5	5	5	5	4
Häufigkeit 0/0:	6,3	4	2,3	2	1,8	1,8	1,8	1,5	1,5	1,5	1,3	1,3	1,3	1,3	1

Buchstabe:	ε	u	n	d	α	∇	Γ		v	β	ψ	η
Symbol Gdt.:	3	07	09	$\frac{1}{2}0$	$\frac{1}{2}1$	$\infty \frac{1}{2}$	$\infty 8$	0,13	14,14	$\frac{1}{2}1$	$\frac{1}{2}\frac{1}{2}$	$\frac{1}{2}\frac{1}{2}$
Zahl d. Beob.:	4	3	3	3	3	2	2	2	2	2	2	2
Häufigkeit 0/0:	1	0,8	0,8	0,8	0,8	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5

Buchstabe:	i					c	T	e	f	Q	R		g
Symbol Gdt.:	3∞	2∞	∞ $\frac{5}{3}$	∞5	∞7	0 $\frac{1}{6}$	0 $\frac{2}{3}$	0 $\frac{1}{3}$	0 $\frac{1}{2}$	0 $\frac{1}{4}$	0 $\frac{1}{2}$	0 $\frac{2}{3}$	0.10
Zahl d. Beob.:	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4

Buchstabe:	h					a	E	A		H	u	g	λ
Symbol Gdt.:	0.44	0.22	0.29	0.38	0.37	$\frac{1}{3}$ 0	$\frac{1}{3}$ 0	$\frac{1}{3}$ 0	47	46	4 $\frac{2}{3}$	4 $\frac{1}{3}$	4 $\frac{1}{4}$
Zahl d. Beob.:	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4

Buchstabe:	ν	λ	μ	ρ	ξ	K	δ	ω	κ	σ	N	
Symbol Gdt.:	$\frac{3}{4}$ 4	84	$\frac{1}{2}$ $\frac{1}{2}$	$\frac{1}{2}$ 2	$\frac{1}{2}$ $\frac{1}{2}$	$\frac{1}{2}$ $\frac{1}{2}$	$\frac{1}{2}$ 3	$\frac{1}{2}$ $\frac{1}{2}$	35	$\frac{1}{2}$ $\frac{1}{2}$	44.18	$\frac{1}{2}$ $\frac{1}{2}$ $\frac{1}{2}$
Zahl d. Beob.:	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4

In dem mineralogischen Institute von Prof. V. Goldschmidt wurde diese Arbeit ausgeführt. Fortwährend hat dieser sich bemüht, mir in liebenswürdigster Weise behilflich zu sein und den Weg zu weisen, der von seinen neuen krystallographischen Methoden bedingt wird. Es sei mir erlaubt, dafür an dieser Stelle meinen herzlichen Dank auszusprechen.

Heidelberg, Juli 1904.

Berichtigungen.

Seite 154 Zeile 10 v. o. lies: »erstere« statt »letztere«.

- 154 - 15 v. o. - »|| b« statt »|| r«.

- 158 - 3 v. u. - »1200« - »1800«.

- 164 - 10 v. o. - »Zwilling« statt »Vielling«.

- 165 - 4 v. o. - »cf« statt »ef«.

- 173 - 3 v. o. - »10« statt »5«.

- 173 - 12 v. u. - »10« - »5«.

- 174 - 19 v. o. - »10 und 14« statt »5 und 6«.

- 175 - 3 v. o. - »14« statt »6«.

IX. Über einige Eigenschaften der Krystalle vom Standpunkte der Thermodynamik.

Von

P. Pavlow in Odessa.

(Mit 7 Textfiguren.)

1. Thermodynamisches Potential des krystallinischen Mediums.

Nehmen wir an, daß Φ das thermodynamische Potential der Einheitsmasse bei constantem Drucke, p den Druck, T die absolute Temperatur, $\alpha = \frac{1}{p} \frac{\partial p}{\partial T}$ den thermischen Coëfficienten des Druckes bei constantem Volum (Coëfficient der Ausdehnung bei constantem Volum) bedeutet.

Nach den Eigenschaften der Function Φ haben wir¹⁾:

$$\alpha = - \frac{1}{p} \frac{\frac{\partial^2 \Phi}{\partial p \partial T}}{\frac{\partial^2 \Phi}{\partial p^2}}.$$

Da der thermische Coëfficient des Druckes eines krystallinischen Stoffes in seiner Größe mit der Richtung wechselt, so wechselt auch

$$\frac{\frac{\partial^2 \Phi}{\partial p \partial T}}{\frac{\partial^2 \Phi}{\partial p^2}}$$

seine Größe in Abhängigkeit von der gewählten Richtung im Krystall.

Das thermodynamische Potential aber ist eine Function von ganz bestimmter Art einiger Veränderlichen $\alpha, \beta, \gamma, \dots p, T$

$$\Phi = f(\alpha, \beta, \gamma, \dots p, T).$$

1) Duhem, Le potentiel thermodynamique, p. 42.

Die erste und zweite partielle Derivierte von Φ stellen ebenfalls ganz bestimmte Functionen ebenderselben Veränderlichen oder einiger von ihnen dar, wie beispielsweise:

$$\frac{\partial \Phi}{\partial p} = f'_p(\alpha, \beta, \gamma, \dots p, T)$$

$$\frac{\partial^2 \Phi}{\partial p \partial T} = f''_{p,T}(\alpha, \beta, \gamma, \dots p, T).$$

Es ist klar, daß für alle willkürlich gewählten Richtungen im Krystall die Gestalt der Derivierten die gleiche bleibt, und wenn die Function dieser Derivierten

$$\frac{\frac{\partial^2 \Phi}{\partial p \partial T}}{\frac{\partial^2 \Phi}{\partial p^2}}$$

in bezug auf die Größe von einer Richtung zur anderen schwankt, so kann dies nur infolgedessen sein, daß die Veränderlichen $\alpha, \beta, \gamma, \dots p, T$ oder ein Teil derselben eine bestimmte Bedeutung haben, die für die gegebene Richtung fixiert ist, und daß sie mit der Richtung die Größe wechseln.

Da Φ eine Function ebenderselben Veränderlichen $\alpha, \beta, \gamma, \dots p, T$ darstellt, so hängt auch die Größe von Φ von der Richtung ab.

Man kann also behaupten, daß das thermodynamische Potential bei constantem Volum in einem krystallinischen Stoffe die Eigenschaften eines Vectors besitzt.

In der Function partieller Derivierten des thermodynamischen Potentials kommt auch ein anderer Coëfficient zum Ausdruck, dessen vectoriale Natur in der Krystallographie längst festgestellt ist, und zwar der Coefficient der kubischen Ausdehnung bei constantem Drucke $b = \frac{1}{v} \frac{\partial v}{\partial T}$ (v = Volum).

Indem wir hier mit Φ das thermodynamische Potential bei constantem Drucke bezeichnen, haben wir:

$$b = \frac{\frac{\partial^2 \Phi}{\partial p \partial T}}{\frac{\partial \Phi}{\partial p}}.$$

Durch die angeführten analogen Erwägungen kommen wir zum Schlusse, daß das thermodynamische Potential bei constantem Drucke für den krystallinischen Stoff als Vector erscheint.

Diese beiden Schlüsse zusammenstellend läßt sich im allgemeinen sagen, daß das volle thermodynamische Potential eines Krystalles ein Vector ist.

Der thermische Coëfficient des Druckes $a = \frac{1}{p} \frac{\partial p}{\partial T}$ läßt sich nicht nur in der Function der Differentialcoëfficienten eines vollständigen thermodynamischen Potentials, sondern auch in der Function der Differentialcoëfficienten des inneren thermodynamischen Potentials ausdrücken.

Deshalb nehmen wir, ohne die vorhergehenden Erwägungen zu wiederholen, an, daß das innere thermodynamische Potential eines Krystalles ein Vector ist.

Es ergibt sich also, daß sowohl das volle als das innere thermodynamische Potential eines krystallinischen Stoffes vectoriale Eigenschaften besitzt.

Wenn die Einheit der Masse eines physikalischen Strahles im Krystal ein thermodynamisches Potential von verschiedener Größe in Abhängigkeit von der Richtung besitzt, so läßt sich dasselbe auch bezüglich der krystallinischen Schicht sagen:

Krystallinische Schichten verschiedener krystallographischer Richtung weisen thermodynamische Potentiale der Einheit der Masse von nicht gleichartiger Größe auf.

Diese Eigenschaften des thermodynamischen Potentials können als Schlüssel dienen zum Verständnis der vectorialen Eigenschaften des Krystalles, sowie auch der vectorialen Erscheinungen in demselben und der mit ihm sich entwickelnden.

Steht der Satz fest, daß das thermodynamische Potential eines krystallinischen Stoffes ein Vector sei, so stellen wir damit zugleich den vectorialen Charakter der Eigenschaften des Krystalles fest, die in der Function des thermodynamischen Potentials oder in der Function seiner Differentialcoëfficienten zum Ausdruck kommen.

Das innere thermodynamische Potential stellt die freie Energie Helmholtzs dar, jenen Teil der allgemeinen Energie des Körpers, die sich bei umkehrbaren isothermischen Prozessen vollständig in äußere Arbeit umsetzt.

Schon a priori läßt sich das Vorhandensein eines tiefen Zusammenhanges zwischen der freien Energie des Stoffes und seiner Fähigkeit, auf die äußeren Agentien der materiellen und nichtmateriellen Natur zu reagieren, annehmen.

Analytische Untersuchungen ergeben tatsächlich diesen Zusammenhang und bringen ihn in der Form differentialer Gleichungen zum Ausdruck¹⁾.

Obwohl es zurzeit unmöglich ist, alle Eigenschaften des Krystalles von diesem Standpunkte zu behandeln, so findet doch die Vectorialität zahlreicher Erscheinungen ihre Erklärung in der thermodynamischen Natur der Krystalle.

1) Massieu, Comptes rendus de l'Académie des sciences 1869, 69, 838.

Duhem, Traité élémentaire de mécanique chimique, 1, 104.

Im nachfolgenden bieten wir einen Versuch der Anwendung des thermodynamischen Potentials auf die Untersuchung einiger Eigenschaften des Krystalles.

2. Krystall und Mutterlauge.

Untersuchen wir die thermodynamischen Bedingungen des Gleichgewichtes der Krystalschicht, die das thermodynamische Potential der Einheitsmasse Φ bei constantem Druck besitzt und die in homogene Mutterlauge getaucht ist.

Bezeichnen wir mit m_1 die in der Lauge befindliche Stoffmasse, mit m_2 die Masse des Lösungsmittels und mit x das thermodynamische Potential der Lösung, so haben wir für die letztere folgenden Ausdruck ¹⁾:

$$x = m_1 F_1 + m_2 F_2,$$

wo

$$F_1 = \frac{\partial x}{\partial m_1} \quad \text{und} \quad F_2 = \frac{\partial x}{\partial m_2}.$$

Wenn die Krystalschicht, die in die Lösung getaucht ist, die Masse μ hat, so haben wir für das thermodynamische Potential des ganzen Systems — des festen Körpers und der Lösung — die Formel

$$\psi = \mu \Phi + m_1 F_1 + m_2 F_2.$$

Angenommen, die Masse μ des festen Stoffes verwandelt sich in die Größe $d\mu$. Wenn wir eine untersättigte Lösung haben, so wird die Veränderung des festen Stoffes $d\mu$ eine negative sein, da ein Teil der Krystalschicht sich auflösen wird; ist die Lösung übersättigt, so wird die Krystalschicht wachsen und $d\mu$ wird positiv sein. Gleichzeitig mit einer Veränderung der Masse der festen Krystalschicht findet auch eine Veränderung der Masse m_1 des aufgelösten Stoffes statt, so daß wir stets das Verhältnis

$$d\mu = -dm_1$$

haben.

Es bleibe die Masse des Lösungsmittels in dem Lösungsakt oder in dem Ausscheidungsakt des festen Stoffes unverändert.

Bei unendlich geringer isothermischer Wandlung wird das thermodynamische Potential ψ des Systems folgender Änderung unterzogen:

$$d\psi = (\Phi - F_1)d\mu.$$

Daraus ergibt sich: Die Krystalschicht und die Lösung befinden sich im Gleichgewicht, wenn $\Phi = F_1$ ist.

Die Krystalschicht löst sich auf, wenn $\Phi - F_1 > 0$.

Die Krystalschicht wächst, wenn $\Phi - F_1 < 0$.

Der für die Lösung charakteristische Wert F_1 erscheint als eine Function der Concentration und besitzt die Eigenschaft, daß er bei einer Erhöhung der Concentration der Lösung sich vergrößert, bei einer

¹⁾ Duhem, Le potentiel thermodynamique, p. 33.

Abnahme der Concentration sich vermindert. Bezeichnet h die Concentration der Lösung, so werden diese beiden Eigenschaften folgendermaßen ausgedrückt:

$$F_1 = \varphi(h)$$

$$\frac{\partial F_1}{\partial h} > 0.$$

Die Bedingungen des Gleichgewichtes der Krystallschicht mit der Lösung kann man folgendermaßen ausdrücken:

$$\Phi - \varphi(h) = 0,$$

und da das thermodynamische Potential Φ des festen Körpers bei gegebener Temperatur T und dem Drucke p eine constante Größe ist, so ist auch die Concentration der Lösung, die zur Krystallfläche eines bestimmten Potentials im Gleichgewicht steht, eine constante Größe.

Aus den Bedingungen des Gleichgewichtes

$$\Phi - \varphi(h) = 0$$

ist ersichtlich, daß, wenn sich der Wert F_1 verändert, dies auch eine Veränderung von h zur Folge hat, d. h. den krystallinischen Schichten mit verschiedenem Potential werden verschiedene Concentrationen der Lösungen entsprechen, bei denen ein Gleichgewicht zwischen Schicht und Lösung existiert.

Ist der Krystall mit Flächen verschiedenen thermodynamischen Potentials bedeckt, so läßt sich sagen, daß krystallographisch verschiedenartigen Flächen ihre besondere, durch die Größe des Potentials der Fläche zu bestimmende Concentration der Lösung entspricht, bei der die Fläche im Gleichgewicht zur Lösung stehen kann.

Wenn wir vom Begriffe der Lösungstension Gebrauch machen wollen, worunter man den osmotischen Druck der gesättigten Lösung in jenem Zustande versteht, da zwischen der Lösung und den aufzulösenden festen Körpern das Gleichgewicht hergestellt worden ist, so kann der aufgestellte Satz in folgender sehr einfacher Form ausgedrückt werden:

Krystallographisch verschiedene Flächen haben einen verschiedenen Lösungsdruck.

Andererseits, da wir die Concentration einer gesättigten Lösung Löslichkeit nennen, so sind wir berechtigt zu sagen, daß kystallographisch verschiedene Flächen verschiedene Löslichkeit besitzen.

Diese Schlußfolgerung, die auf den ersten Blick wenig wahrscheinlich scheint und Controllversuchen unzugänglich ist, kann mit Hilfe anderer grundlegender Sätze bewiesen und auf experimentellem Wege genau begründet werden. Mit der Methode der Beweisführung werden wir uns in dem Kapitel über die Geschwindigkeit der Auflösung der Krystalle bekannt machen.

Angenommen, daß wir eine in ihrer ganzen Masse homogene Lösung

haben, deren Zustand wir mit dem Werte des thermodynamischen Potentials x bezeichnen, wobei $x = m_1 F_1 + m_2 F_2$.

Tauchen wir in die Lösung einen Krystall, dessen Begrenzungsflächen charakterisiert werden durch die thermodynamischen Potentiale $\Phi_1, \Phi_2, \Phi_3, \dots, \Phi_x, \dots, \Phi_m$.

Angenommen: $\Phi_1 > \Phi_2 > \Phi_3 > \dots > \Phi_x > \dots > \Phi_m$.

Das Verhältnis des Krystalles zur homogenen Lösung kann in folgenden Formen ausgedrückt werden:

1) Ist $F_1 > \Phi_1$, so wächst der Krystall mit allen Flächen.

2) Ist $F_1 < \Phi_m$, so löst sich der Krystall in allen Flächen auf.

3) Ist $F_1 = \Phi_x$, so wächst ein Teil der Flächen, ein Teil löst sich auf, und nur eine Fläche Φ_x befindet sich im Gleichgewichte mit der Lösung.

Folglich, wenn ein Krystall, der von einer in allen Punkten gleichartigen (homogenen) Mutterlauge umspült wird, von Flächen verschiedenen krystallographischen Charakters bedeckt ist, so kann er sich — bei gegebener Temperatur und gegebenem Druck — nicht im Gleichgewicht mit dem flüssigen Medium befinden. Die Form des Gleichgewichtes — in ihrer Mutterlauge — stellen nur Krystalle dar, welche von einer isopotentialen Fläche begrenzt sind. Zu solchen gehören die einfachen Formen des regelmäßigen Systems, sowie feste und flüssige Sphärokrystalle.

3. Wachstums- und Auflösungsgeschwindigkeit der Fläche.

Die Bedingung des Gleichgewichtes zwischen der Lösung und der krystallinen Fläche, durch die Form $F_1 - \Phi_1 = 0$ ausgedrückt, ermöglicht es, die Wachstums- und Auflösungsgeschwindigkeit der Fläche in ihrer Mutterlauge analytisch auszudrücken.

Es sei die Lösung durch die thermodynamische Function F_1 charakterisiert; es möge auf die Fläche Φ_1 während eines Zeitabschnittes dt ein Quantum der Materie $d\mu_1$ aus der Lösung ausfallen.

Dann wird die Wachstumsgeschwindigkeit v_1

$$v_1 = \frac{d\mu_1}{dt} = \eta_1 (F_1 - \Phi_1)$$

sein, wo η_1 , eine Constante, für die Fläche charakteristisch ist.

Die Auflösungsgeschwindigkeit wird ebenfalls durch

$$v_1 = -\eta_1 (F_1 - \Phi_1) \quad \text{ausgedrückt.}$$

Diese einfachen Ausdrücke der Wachstums- und Auflösungsgeschwindigkeit erlauben uns, die Abhängigkeit dieser Prozesse von dem Zustande der Lösung zu finden.

Die Function F_1 ändert sich mit der Concentration der Lösung, indem sie zunimmt bzw. abnimmt beim Zu- bzw. Abnehmen der Concentration der letzteren.

Die Wachstumsgeschwindigkeit der Fläche wächst also mit dem Zunehmen der Concentration der Lösung und fällt mit dem Abnehmen derselben, indem sie bis zu Null herabsinkt, wenn die Concentration durch die Gleichung $F_1 - \Phi_1 = 0$ bestimmt wird.

Die Auflösungsgeschwindigkeit ist in Lösungen von geringer Concentration größer und fällt mit dem Grade der Auflösung der Materie, weil die Concentration der Lösung größer wird.

Die oben gegebene Formel der Wachstums- und Auflösungsgeschwindigkeit der Fläche drückt die absolute Geschwindigkeit des Wachstums und der Auflösung aus. Sie ermöglicht uns, die Frage über die sogenannte Reciprocität der Geschwindigkeiten des Wachstums und der Auflösung zu lösen.

Aus der Formel ist zu ersehen, daß bei gleichen Übersättigungs- und Untersättigungsstufen der Lösung die absoluten Geschwindigkeiten des Wachstums und der Auflösung gleich sind und durch eine und dieselbe numerische Größe ausgedrückt werden. Die den gleichen Geschwindigkeiten entsprechenden Concentrationen werden durch die Bedingung $F_1 - \Phi_1 = \Phi_1 - F_2$ bestimmt, wo F_1 eine Function der übersättigten und F_2 eine Function der untersättigten Lösung ist. Folglich, wenn wir zwei Lösungen solcher Concentrationen nehmen, daß die für dieselben charakteristischen Functionen F der Bedingung $F_1 + F_2 = 2\Phi_1$ entsprechen würden, so wird die krystallinische Schicht Φ_1 in der einen Lösung ebenso schnell wachsen, wie sie sich in der anderen auflösen wird.

Was nun Flächen von verschiedenem Potential anbelangt, so besagt die Formel, daß Flächen von verschiedenem Potential, d. h. verschiedenen krystallographischen Charakters, in Lösungen von gleicher Concentration mit verschiedenen Geschwindigkeiten wachsen bzw. sich auflösen. Dies steht in völliger Übereinstimmung mit der Erfahrung.

Um die Möglichkeit zu haben, die Geschwindigkeiten des Wachstums oder der Auflösung der Flächen von verschiedenem Potential zu vergleichen, muß man die Größe und die Bedeutung des Coefficienten z kennen, der in der Gleichung der Geschwindigkeit vorkommt.

Um diesen Coefficienten unmittelbar aus der Gleichung $v = z \cdot F - \Phi$ oder aus den Derivierten derselben zu finden, sind experimentelle Daten notwendig, die es gegenwärtig leider nicht gibt. Trotzdem ist das vergleichende Studium des Wachstums und der Auflösung der Flächen von verschiedenem Potential keine unlösbare Aufgabe.

Noyes und Whitney, die die Auflösungsgeschwindigkeit fester Körper Benzoesäure und Bleichlorid untersucht hatten, fanden, daß die Auflösungsgeschwindigkeit eines festen Körpers oder die Änderung der Lösungsconcentration durch eine Differentialgleichung folgender Art ausgedrückt werden kann¹⁾:

¹⁾ Zeitschr. f. physik. Chemie 1897 23. 634

$$v = \frac{dx}{dt} = c(S - x).$$

Hier bedeutet S die Auflösbarkeit der Materie, die Concentration der gesättigten Lösung, x die Concentration der Lösung in gegebenem Zeitpunkt, t die Zeit, c eine Constante. Brunek und Tolloczko¹⁾, die eine Reihe von Versuchen in derselben Richtung unternahmen, bestätigten die Richtigkeit der oben erwähnten Formel für Materien von verschiedenem chemischen Charakter.

Durch die Versuche der oben genannten Gelehrten kann man es als festgestellt betrachten, daß die Auflösungsgeschwindigkeit einer festen Materie (und die Änderung der Concentration der Lösung) proportional der Differenz ist zwischen der Concentration der gesättigten Lösung und der Concentration im gegebenen Zeitpunkte.

Nehmen wir ein rechtwinkliges Coordinatensystem, auf dessen Abscissenaxe wir die Concentrationen, auf der Ordinatenaxe die Geschwindigkeiten (des Wachstums oder der Auflösung) auftragen. Die Geschwindigkeiten des Wachstums werden nach aufwärts von der Abscissenaxe aufgetragen, die Geschwindigkeiten der Auflösung nach abwärts.

In bezug auf diese Coordinatenachsen stellt die Gleichung von Noyes eine Gerade dar, welche die Abscissenaxe im Abstände S vom Anfang der Coordinaten schneidet. Da oben gefunden wurde, daß die absoluten Geschwindigkeiten des Wachstums und der Auflösung reciprok sind, so können wir die Formel von Noyes auch auf den Fall des Ausfallens von fester Materie ausdehnen, indem wir schreiben, daß die Wachstumsgeschwindigkeit einer festen Materie aus ihrer Mutterlauge durch die Gleichung

$$v = c(x - S)$$

ausgedrückt wird.

Die Constante c stellt in diesen Ausdrücken den Winkelcoefficienten dar, die Tangente des Winkels α , unter welchem die Gerade der Geschwindigkeiten die Abscissenaxe schneidet (s. Fig. 1).

Nehmen wir an, daß krystallographisch verschiedenen Flächen eine und dieselbe Concentration S der gesättigten Lösung entspricht, d. h. es mögen sich die Flächen des in eine gleichartige (homogene) gesättigte Lösung der Concentration S versenkten Krystals mit der Lösung im Gleichgewichte befinden.

Da krystallographisch verschiedene Flächen eine verschiedene Wachstums- und Auflösungsgeschwindigkeit haben, so sind die geraden Linien, welche die Geschwindigkeiten graphisch darstellen und — laut Bedingung — sämtlich durch den Punkt S durchgehen, zur Abscissenaxe unter verschiedenen Winkeln geneigt.

¹⁾ Zeitschr. f. physik. Chemie 1900, 35, 283.

Betrachten wir die Geraden der Geschwindigkeiten für zwei Flächen (s. Fig. 2).

Fig. 1.

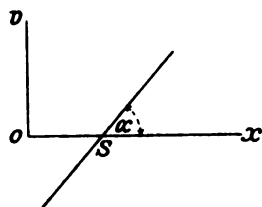
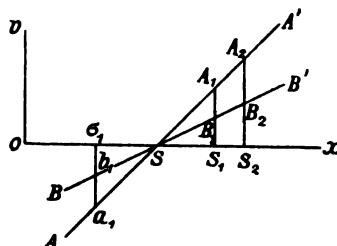


Fig. 2.



Es sei die Gerade AA' die Linie der Geschwindigkeiten des Wachstums und der Auflösung der Fläche A , die Gerade BB' eine solche Linie für die Fläche B .

Bezeichnen wir den Winkel, welchen die Linie AA' mit der Abscissenaxe bildet, durch α . Den Winkel, den die Linie BB' mit der Abscissenaxe bildet, bezeichnen wir durch β .

Nun wollen wir die relative Wachstumsgeschwindigkeit der Fläche A für die Concentrationen OS_1 und OS_2 finden.

Die relative Wachstumsgeschwindigkeit bei der Concentration OS_1 ist gleich $\frac{A_1 S_1}{B_1 S_1}$.

Die relative Wachstumsgeschwindigkeit bei der Concentration OS_2 ist gleich $\frac{A_2 S_2}{B_2 S_2}$.

$$\text{Aber} \quad \frac{A_1 S_1}{B_1 S_1} = \frac{\operatorname{tg} \alpha}{\operatorname{tg} \beta} \quad \text{und} \quad \frac{A_2 S_2}{B_2 S_2} = \frac{\operatorname{tg} \alpha}{\operatorname{tg} \beta},$$

$$\text{folglich:} \quad \frac{A_1 S_1}{B_1 S_1} = \frac{A_2 S_2}{B_2 S_2},$$

d. h. bei der Annahme, daß krystallographisch verschiedene Flächen sich im Gleichgewichte mit der gesättigten Lösung einer und derselben Concentration befinden, hängen die relativen Geschwindigkeiten des Wachstums (und der Auflösung) nicht von den Concentrationen ab.

Versuche zur Lösung der Frage über die Abhängigkeit der relativen Wachstumsgeschwindigkeiten von den Concentrationen wurden nicht unternommen.

Es gibt aber beiläufige Beobachtungen von Z. Weyberg¹⁾, der sich mit der Frage über relative Wachstumsgeschwindigkeiten beschäftigt. Dieser

1) Diese Zeitschr. 1904, 84, 534.

Beobachter sagt¹⁾: »Die relativen Wachstumsgeschwindigkeiten der Flächen hängen, wie man es annehmen kann, von der Übersättigungsstufe der Lösung ab.«

Weybergs Beobachtungen bestätigen also die Folgerung nicht, die wir auf Grund der Annahme einer allgemeinen Löslichkeit für Flächen von verschiedenem Potential machten.

Da uns jedoch directe quantitative Messungen fehlen, welche diese Frage experimentell aufklären könnten, so wollen wir — ohne die oben gemachte Annahme einem Zweifel zu unterziehen — die Frage über die relativen Wachstums- und Auflösungsgeschwindigkeiten betrachten.

Nehmen wir wieder dieselben Flächen.

Die relative Wachstumsgeschwindigkeit hängt, wie oben gefunden wurde, von der Concentration der Lösung nicht ab und ist dem Verhältnis der Winkelcoefficienten der Linien gleich, welche die Wachstumsgeschwindigkeiten ausdrücken.

$$\frac{A_1 S_1}{B_1 S_1} = \frac{A_2 S_2}{B_2 S_2} = \dots = \frac{\operatorname{tg} \alpha}{\operatorname{tg} \beta}.$$

Bezüglich der relativen Geschwindigkeiten der Auflösung kann man dasselbe aussagen.

Die relative Geschwindigkeit der Auflösung derselben Flächen in einer Lösung der Concentration $O\sigma_1$ wird durch das Ordinatenverhältnis $\frac{a_1 \sigma_1}{b_1 \sigma_1}$ dargestellt.

Dieses Verhältnis aber — unabhängig von den Concentrationen — stellt eine constante Größe dar, welche dem Verhältnis der Winkelcoefficienten der Linien gleich ist, die die Geschwindigkeiten der Auflösung ausdrücken.

$$\frac{a_1 \sigma_1}{b_1 \sigma_1} = \frac{\operatorname{tg} \alpha}{\operatorname{tg} \beta}, \text{ folglich } \frac{A_1 S_1}{B_1 S_1} = \frac{a_1 \sigma_1}{b_1 \sigma_1}.$$

Also, angenommen, daß krystallographisch verschiedenartigen Flächen eine und dieselbe Concentration der gesättigten Mutterlauge entspricht, gelangen wir zum Ergebnis, daß die relativen Wachstums- und Auflösungsgeschwindigkeiten der Flächen durch eine und dieselbe Zahl ausgedrückt werden, d. h. daß die relativen Wachstums- und Auflösungsgeschwindigkeiten unabhängig von der Concentration der Lösung reciprok sind. Die von G. Wulff angestellten Versuche bestätigen dieses Ergebnis nicht²⁾.

Dieser Forscher behauptet kategorisch³⁾: »Also folgt aus meinen Versuchen über die Geschwindigkeit des Wachstums und der Auflösung der Krystallflächen des Mohrschen Salzes, daß es keine Reciprocität zwischen diesen Erscheinungen gibt; der große Unterschied in der Geschwindigkeit des Wachsens wird von fast gleicher Auflösungsgeschwindigkeit der Krystallflächen begleitet.«

1) Diese Zeitschr. 1904, 34, 536.

2) Ebenda 449.

3) Ebenda 500.

Also weder das erste Ergebnis bezüglich der Unabhängigkeit der relativen Wachstumsgeschwindigkeiten der Flächen von der Concentration, noch das zweite Ergebnis, das die Reciprocität der relativen Wachstums- und Auflösungsgeschwindigkeiten behauptet, wird durch die Versuche bestätigt.

Es ist also der Ausgangssatz falsch, der uns zu falschen Schlüßergebnissen führt.

Wir dürfen deshalb behaupten, daß die Ansicht, wonach verschiedene Krystallflächen eine gleiche Auflösbarkeit besitzen, irrig ist.

Von zwei völlig verschiedenen Voraussetzungen ausgehend, gelangen wir folglich zu einem und demselben Schlüßergebnis, das schon im Anfange des Artikels so formuliert war:

Einer jeden Krystallfläche, die sich von den anderen krystallographisch unterscheidet, entspricht ihre eigene Lösungsconcentration, bei welcher die Fläche im Gleichgewicht mit der Lösung sein kann.

Die für die Herleitung dieses Satzes von uns angewandte graphische Methode erweist sich — ihrer Anschaulichkeit wegen — als so bequem, daß wir dieselbe benutzen werden, um die Theorie der Wachstums- und Auflösungsgeschwindigkeiten der Krystalle zu entwickeln.

Wollen wir die Geraden der Wachstums- und Auflösungsgeschwindigkeiten von zwei Flächen A und B aufzeichnen; es seien die Concentrationen der ihnen entsprechenden gesättigten Lösungen OS_1 und OS_2 .

Aus Fig. 3 ist zu ersehen, daß eine solche Concentration OS_0 existiert, bei welcher die Wachstumsgeschwindigkeiten zweier krystallographisch verschiedener Flächen einander gleich sein werden.

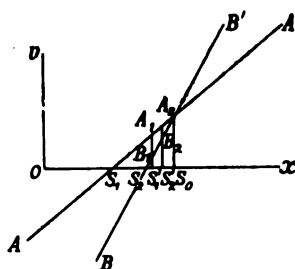
Diese Concentration gleicher Geschwindigkeiten teilt das Gebiet der übersättigten Lösungen in zwei Gruppen, die wir jede im besonderen betrachten wollen.

Die erste Reihe der Concentrationen ist durch Punkte der Abscissenaxe links von S_0 dargestellt.

Aus der Zeichnung ist zu ersehen, daß die diesen Concentrationen entsprechenden relativen Wachstumsgeschwindigkeiten der Flächen ihre Größe mit der Concentration der Mutterlauge ändern, aus welcher sie zu wachsen haben.

In dem Maße, wie die Concentration der übersättigten Lösung zunehmend sich dem Werte OS_0 nähert, nähert sich die relative Wachstumsgeschwindigkeit der Flächen der Einheit und ist an der Grenze bei der Concentration OS_0 gleich Eins.

Fig. 3.



Die zweite Reihe der Concentrationen ist durch Punkte der Abscissenaxe rechts von S_0 dargestellt.

Verschiedenen Concentrationen entsprechen auch hier verschiedene relative Wachstumsgeschwindigkeiten, wobei auch auf diesem Gebiete bei der Änderung der Concentrationen ein Streben zum Grenzwerte zu bemerken ist.

In dem Maße, wie die Concentrationen abnehmen, nähert sich die relative Wachstumsgeschwindigkeit der Flächen der Grenze und bei der Concentration S_0 ist sie gleich Eins.

Die Annäherung der relativen Wachstumsgeschwindigkeiten in zwei Gebieten der Concentrationen an die Grenze geschieht nach verschiedenen Gesetzen und erscheint umgekehrt. Während die relative Geschwindigkeit bei Concentrationen, die kleiner sind als S_0 , sich, zunehmend, der Eins nähert, nähert sich das Verhältnis der Geschwindigkeiten der Grenze, abnehmend bei Concentrationen, die größer sind als S_0 ; oder umgekehrt, je nach der Fläche, die zum Vergleich dient.

Den Gang des Wachstums zweier zu vergleichender Flächen aus der Lösung stetig abnehmender Concentration — ein Fall, der unter natürlichen Bedingungen des Ausfallens von Krystallen und unter künstlichen Bedingungen des Aufziehens verwirklicht wird — kann man, dem vorher Gesagten gemäß, so darstellen: Es sei bei $S > S_0$ die relative Wachstumsgeschwindigkeit der Flächen größer als Eins. Mit der Näherung der Concentration an die Größe S_0 nimmt die relative Wachstumsgeschwindigkeit ab, bei S_0 wird sie gleich 1 und bei $S < S_0$ wird sie schon durch einen echten Bruch ausgedrückt, der mit dem Abnehmen der Concentration der Lösung beständig abnimmt und sich der Null nähert.

Bei Beobachtungen der Änderung der relativen Geschwindigkeit des Wachstums mit der Änderung der Concentration wird man experimentell die Frage lösen können, ob sich der Punkt S_0 in der Nähe der Concentrationen der Sättigung befindet, oder aber in der Unendlichkeit.

Außer der besprochenen Lage der Linien, welche die Wachstumsgeschwindigkeiten ausdrücken, kann man eine andere Lage derselben annehmen, bei welcher im Gebiete des Wachstums der Flächen auf dem Felde xov keine Begegnung der Linien stattfindet; sie schneiden sich aber im Gebiete der Auflösung des Krystalls auf dem Felde xov_1 .

Die Fig. 4 zeigt, wie die relative Wachstumsgeschwindigkeit der Flächen sich in diesem Falle mit der Concentration ändert.

Das Verhältnis der Geschwindigkeiten zweier wachsender Flächen nimmt mit dem Zunehmen der Concentrationen beständig zu (oder ab), indem es immer größer (oder kleiner) als Eins bleibt. Es ist keine Concentration der gleichen Geschwindigkeiten des Wachstums vorhanden, und die relative Wachstumsgeschwindigkeit kann der Einheit nicht gleich sein.

Wollen wir nun die Frage über die relativen Auflösungsgeschwindigkeiten betrachten.

Den zwei Typen relativer Wachstumsgeschwindigkeiten entsprechend kann man zwei Typen relativer Auflösungsgeschwindigkeiten der Flächen unterscheiden; sie werden durch die gegenseitige Lage der Linien bestimmt, welche die Geschwindigkeiten ausdrücken.

Der erste Fall der Auflösung wird in einer solchen Lage der Linien bestehen, daß sie sich im Gebiete des Wachstums des Krystalls auf dem Felde xov schneiden.

Aus Fig. 5 ist zu ersehen, daß in diesem Falle die relativen Auflösungsgeschwindigkeiten sich mit der Concentration ändern, indem sie bei jeder Concentration der Auflösung einen größeren oder — je nach der Auswahl der Fläche zum Vergleiche — einen kleineren Wert als Eins behalten.

Fig. 4.

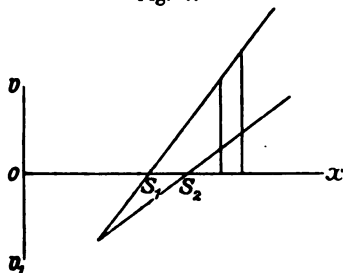
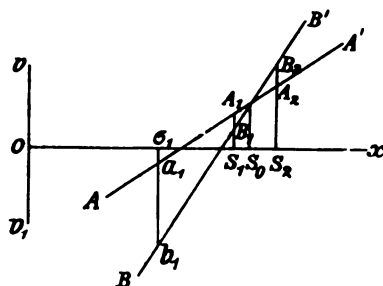


Fig. 5.



Es ist interessant, die relativen Geschwindigkeiten des Wachstums und der Auflösung zusammenzustellen.

A) Es mögen die Flächen aus Lösungen wachsen, deren Concentrationen kleiner als S_0 , d. h. kleiner, als die Concentrationen gleicher Wachstumsgeschwindigkeiten sind. Wollen wir die Flächen mit der Fläche BB' vergleichen.

Die Auflösungsgeschwindigkeit der Fläche AA' für die Concentration σ_1 wird durch das Verhältnis $\frac{\sigma_1 a_1}{\sigma_1 b_1}$ ausgedrückt, das kleiner als Eins ist. Für andere Concentrationen stellt die relative Auflösungsgeschwindigkeit der Fläche AA_1' ebenfalls eine Größe kleiner als Eins dar.

Die Wachstumsgeschwindigkeit der Fläche AA' aus der Lösung der Concentration S_1 wird durch das Verhältnis $\frac{A_1 S_1}{B_1 S_1}$ ausgedrückt, welches größer ist als Eins.

Für andere Concentrationen, die S_0 nicht übersteigen, stellt die relative Wachstumsgeschwindigkeit der Fläche ebenfalls eine Größe größer als Eins dar.

Folglich, wenn ein Krystall aus einer Lösung wächst, deren Concentration kleiner ist als die Concentration gleicher Geschwindigkeiten, so werden die relativen Wachstumsgeschwindigkeiten der Flächen durch Zahlen größer als Eins ausgedrückt, während die relativen Auflösungsgeschwindigkeiten derselben Flächen durch Zahlen kleiner als Eins ausgedrückt werden, oder umgekehrt.

Die von G. Wulff angestellten Versuche über Krystalle des Mohrschen Salzes zeigen, daß die Krystalle dieses Salzes die eben angegebenen Verhältnisse zwischen den Geschwindigkeiten des Wachstums und der Auflösung verwirklichen.

Hier folgen die Ergebnisse der Versuche von G. Wulff¹⁾:

Flächensymbole		Geschwindigkeiten	
frühere:	normale:	des Wachstums:	der Auflösung:
(201)	(001)	1,00	1,00
(110)	(111)	1,96	0,99
(001)	(201)	2,25	0,93
(111)	(310)	2,50	—
(111)	(112)	2,64	1,17
(011)	(211)	2,77	0,94
(010)	(010)	—	1,16
(320)	(323)	—	1,08

Von denjenigen Flächen, für welche Beobachtungen sowohl der Wachstums- als auch der Auflösungsgeschwindigkeiten vorliegen, zeigt nur eine mit dem normalen Symbol (112) für die relativen Wachstums- und Auflösungsgeschwindigkeiten eine Größe größer als Eins.

Die anderen entsprechen aber dem oben angeführten Satze.

Wenn die die Fläche (112) charakterisierenden Zahlen nicht als Resultate von in Versuchen solcher Art unvermeidlichen Irrtümern erscheinen, so wird das Verhalten dieser Fläche aus der weiteren Darlegung verständlich werden.

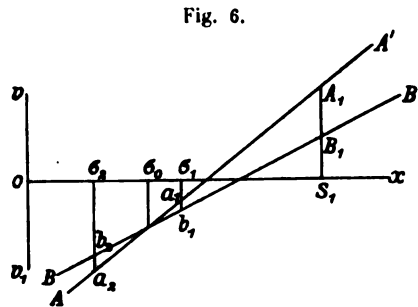
B) Es mögen die Flächen aus Lösungen wachsen, deren Concentrationen größer sind als S_0 , d. h. größer als die Concentration gleicher Geschwindigkeiten. Dann bleibt die relative Auflösungsgeschwindigkeit der Fläche — der Zeichnung gemäß — eine Größe kleiner als Eins. Die Wachstumsgeschwindigkeit der Fläche AA' bei der Concentration S_2 wird durch das Verhältnis $\frac{A_2 S_2}{B_2 S_2}$ ausgedrückt, welches eine Größe kleiner als Eins darstellt. Für andere Concentrationen, die S_0 übertreffen, wird die relative Wachstumsgeschwindigkeit im allgemeinen durch einen echten Bruch ausgedrückt.

¹⁾ loc. cit. S. 500.

Also, wenn das Wachstum eines Krystalles bei Concentrationen geschieht, welche die Concentration gleicher Geschwindigkeiten übersteigen, so werden die relativen Geschwindigkeiten sowohl des Wachstums als auch der Auflösung durch Größen kleiner als Eins (oder beide durch Größen größer als Eins) ausgedrückt.

Der zweite Fall der Auflösung wird durch eine solche Lage der die Geschwindigkeiten ausdrückenden Linien bestimmt, wo diese Linien sich im Gebiete der Auflösung des Krystalles auf dem Felde xov_1 schneiden.

Die Analyse dieses Falles kann man auf dieselbe Weise wie die Analyse des vorigen durchführen bei Benutzung der anschaulichen Verhältnisse, die die Fig. 6 darstellt.



Wir wollen hier nur die Ergebnisse ausdrücken.

Wenn die Flächen eines Krystalles sich bei einer Concentration der Lösung auflösen, die größer als die Concentration σ_0 , d. h. größer als die Concentration gleicher Auflösungsgeschwindigkeiten ist, so werden die Wachstumsgeschwindigkeiten durch Zahlen größer als Eins ausgedrückt, während die Auflösungsgeschwindigkeiten durch Zahlen kleiner als Eins charakterisiert werden, und umgekehrt.

Wenn aber die Flächen eines Krystalles bei einer Concentration der Lösung aufgelöst werden, die kleiner ist als die Concentration gleicher Auflösungsgeschwindigkeiten, so erhalten wir für die Auflösungsgeschwindigkeit eine Größe größer als Eins, indem wir für die Wachstumsgeschwindigkeit eine Größe größer als Eins nehmen.

Die Fläche (442) des Krystalles des Mohrschen Salzes löste sich wahrscheinlich in einer Lösung auf, deren Concentration niedriger war als die Concentration gleicher Auflösungsgeschwindigkeiten.

Die Zahlen 2,64 und 4,17, die für die Wachstums- und Auflösungsgeschwindigkeiten dieser Fläche erhalten wurden, sprechen dafür.

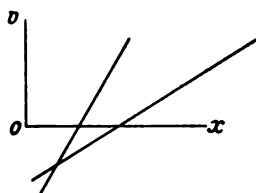
Also, die Eigentümlichkeiten in den Geschwindigkeiten des Wachstums und der Auflösung geben uns die Möglichkeit, zwei Arten von Krystallen zu unterscheiden: jedes Flächenpaar der Krystalle erster Art hat bei einer bestimmten Concentration eine gleiche Wachstumsgeschwindigkeit; jedes Flächenpaar der Krystalle zweiter Art hat bei einer bestimmten Concentration eine gleiche Auflösungsgeschwindigkeit. Ob die Concentrationen gleicher Geschwindigkeiten für alle Flächenpaare zusammenfallen oder nicht, d. h.

ob die Linien (Geraden) der Geschwindigkeiten ein durch einen und denselben Punkt hindurchgehendes Bündel bilden oder nicht, darüber ist es uns unmöglich zu urteilen.

Zu welchem Typus der Krystalle gehören die Krystalle des Mohrschen Salzes?

Alle Verhältnisse zwischen den Geschwindigkeiten des Wachstums und der Auflösung, die durch die S. 202 angeführte Tabelle ausgedrückt werden, genügen dem Bündel von Geraden, die sich im Gebiete der Auflösung schneiden, weil wir nur in diesem Falle, indem

Fig. 7.



wir die relativen Wachstumsgeschwindigkeiten durch Größen größer als Eins ausdrücken, für die relativen Auflösungsgeschwindigkeiten Zahlen erhalten können, die kleiner als Eins, größer oder gleich Eins sind.

Folglich kann man das Mohrsche Salz graphisch durch Linien der Wachstums- und Auflösungsgeschwindigkeiten mittels der Fig. 7 charakterisieren.

4. Die Dampfspannung des Krystalles.

Es sei $\Phi_1(p, T)$ die Bezeichnung des vollen thermodynamischen Potentials einer Masseneinheit, die auf irgend einer Fläche des Krystalles als Schicht verteilt ist; $F_1(p, T)$ sei die Bezeichnung eines solchen Potentials für eine Dampfmasseinheit derselben Materie.

Die Krystallfläche und der Dampf mögen sich unter einem Druck p und bei der Temperatur T befinden.

Wenn die Fläche und der Dampf sich im Gleichgewichte befinden, d. h. wenn die Masse der Fläche unter dem Drucke p des eigenen Dampfes und bei der absoluten Temperatur T unverändert bleibt, so wird die Bedingung

$$\Phi_1(p, T) - F_1(p, T) = 0$$

verwirklicht.

Nehmen wir eine andere Fläche desselben Krystalles, die nicht gleichbedeutend mit der ersten ist. Das thermodynamische Potential der neuen Fläche habe bei demselben Druck p und bei der absoluten Temperatur T die Bedeutung $\Phi_2(p, T)$, wobei $\Phi_2(p, T) > \Phi_1(p, T)$.

Das thermodynamische Potential der gegebenen Dampfmasse bleibt bei unverändertem Druck p und der absoluten Temperatur T constant.

Deshalb haben wir unter denselben Bedingungen, unter welchen wir für die erste Fläche einen Gleichgewichtsausdruck $\Phi_1(p, T) - F_1(p, T) = 0$ erhalten, für die zweite Fläche:

$$\Phi_2(p, T) - F_1(p, T) > 0.$$

Dieser Ausdruck stellt die Bedingung für die Verdunstung eines festen Körpers dar.

Folglich verdampft die zweite Fläche und das Gleichgewicht tritt unter dem Druck $p' > p$ ein.

Deshalb kann man sagen, daß die Spannung des gesättigten Dampfes bei gegebenem T für krystallographisch verschiedene Flächen eine verschiedene Größe hat.

Analog dem, was bezüglich der Auflösung der Flächen gesagt wurde, kann man den oben angeführten Satz so formulieren:

Krystallographisch verschiedene Flächen haben bei einer und derselben Temperatur eine verschiedene Spannung der Verdampfung.

Wenn ein Krystall, der sich in der Atmosphäre seines eigenen Dampfes befindet, mit Flächen von verschiedenem thermodynamischen Potential bedeckt ist, so kann sich (das System — Krystall und Dampf — nicht im Gleichgewicht befinden: die einen Flächen verdampfen, die anderen wachsen; der Habitus des Krystalles ändert sich so lange, als er nicht infolge der Modificationen die Form des Gleichgewichtes erhält — eines Krystalles, der mit einer isopotentialen Fläche der Begrenzung bedeckt ist.

Über die Geschwindigkeiten der Verdampfung und des Wachstums der Krystalle aus der Atmosphäre seines Dampfes kann man dasselbe wiederholen, was über die Wachstums- und Auflösungsgeschwindigkeiten des Krystalles in Lösungen gesagt wurde.

Es gibt eine Gruppe von Erscheinungen, die der Erscheinung der Verdampfung einer festen Materie analog sind: das ist die Dissociation eines festen Körpers mit Bildung einer gasartigen Phase, z. B. die Dissociation des Kalkspates und die Dehydratation der Krystallhydrate.

Die Bedingungen des Gleichgewichtes und der Umwandlungen werden für diese Prozesse durch Gleichungen derselben Art ausgedrückt, wie für den Prozeß der Verdampfung.

Ohne die Betrachtungen zu wiederholen, die im allgemeinen mit den oben gemachten identisch sind, wollen wir hier folgende Sätze aussprechen:

1) Krystallographisch verschiedene Flächen besitzen eine verschiedene Spannung der Dissociation bei gegebener Temperatur.

2) Krystallographisch verschiedene Flächen eines Krystallhydrates besitzen eine verschiedene Spannung der Dehydratation bei gegebener Temperatur.

Quantitative Messungen, die eine experimentelle Aufklärung dieser Frage bezwecken sollten, wurden nicht angestellt; aber die auf verschiedenen Flächen der Krystallhydrate beobachteten verschiedenen Geschwindigkeiten der Dehydratation sprechen für die Richtigkeit der ausgesprochenen Sätze.

X. Über die Drusenmineralien des Syenits der Gegend von Biella.

Von

F. Zambonini in Turin.

(Hierzu Taf. VII und VIII, Fig. 1—30.)

Wenn es mir möglich ist, mit dieser Arbeit einen Beitrag zur Kenntnis der Drusenmineralien des Syenits von Biella zu bringen, so ist dies das Verdienst Prof. Alfonso Sella's. Während 20 Jahren hat er mit großer Sorgfalt das hier beschriebene Material gesammelt, und seine ausdauernden, sorgfältigen Forschungen (unterstützt von der Gefälligkeit des Herrn Alessandro Bianco in Balma bei Biella, des jetzigen Besitzers der wichtigsten Syenitgruben von Bogna und Balma) haben es ermöglicht, so zahlreiche Mineralien aufzufinden, daß die so seltenen und mineralarmen Drusen des Biellesischen Syenits nicht minder interessant geworden sind als jene von berühmten Localitäten.

Ich muß ausdrücklich erwähnen, daß alle in vorliegender Arbeit aufgezählten Mineralien bereits von Herrn Sella erkannt worden waren. Mit anderweitigen Studien beschäftigt, hatte er die Güte, mir die Untersuchung des gesammelten Materials zu überlassen.

Herr Sella hat überdies mich persönlich mit dem ganzen Gebiete vertraut gemacht und mir gelegentlich vieler Excursionen manche weitere wertvolle Aufschlüsse erteilt, deren ich hier dankend gedenken möchte.

Die erste ziemlich eingehende Beschreibung des Syenits von Biella verdanken wir Angelo Sismonda¹⁾, der ihn als »sienite sfenica« bezeichnete, weil er die Anwesenheit von Titanit konstatierte.

Quintino Sella²⁾ beschäftigte sich des öftern mit diesem Gesteine seines Heimatsortes, erwähnte es in verschiedenen Schriften und führte ein

1) Memorie R. Acc. delle Scienze di Torino 1840 (2^a), 2, 34. Etwas früher hatte A. Lamarmora einige kleine Notizen veröffentlicht.

2) Sulla geologia di Biella. Atti Società Ital. di scienze Naturali 7, 59 - 70.

genaues Relief aus. Er begann auch die Drusenminerale zu sammeln und bestimmte zahlreiche davon, leider hat er von seinen wertvollen Beobachtungen nichts veröffentlicht und hinterließ auch keine Notizen darüber.

Sehr sorgfältige und ausgedehnte Untersuchungen über den Syenit von Biella und seine Minerale machte A. Cossa¹⁾ auf Veranlassung von Q. Sella. Cossa erkannte, daß der Syenit der Umgegend Biellas im wesentlichen aus drei Elementen besteht: aus Feldspat, Amphibol und Titanit. Der Feldspat ist entweder monoklin und dann von mehr oder weniger tiefer, rosenroter Farbe oder triklin, dann fast immer weiß. Der letztere wurde, auf Grund einer Analyse, von Cossa als Oligoklas erkannt.

Außer diesen Mineralen erwähnt Cossa in seiner Arbeit auch noch Magnetit, Apatit, Calcit, Hämatit, Limonit und Quarz, welche er im Gesteine fand.

Cossa bestimmte ferner das spezifische Gewicht des Syenits, und zwar eines solchen, welcher fast ausschließlich aus Amphibol und Orthoklas (2,74), eines anderen, welcher aus den genannten Mineralen und Plagioklas (2,66) bestand, sowie das spezifische Gewicht der drei oben erwähnten Mineralen, die er auch analysierte. Die procentische Zusammensetzung des vorwiegend aus Orthoklas und Amphibol bestehenden Gesteines ist nach ihm folgende:

SiO_2	59,367
P_2O_5	0,583
TiO_2	0,260
Al_2O_3	17,923
Fe_2O_3	2,021
FeO	6,766
CaO	4,165
MgO	1,827
K_2O	6,678
Na_2O	1,237
Glühverlust	0,380
	104,207

Cossa untersuchte noch die Einwirkung von Chlorwasserstoffsäure, von reinem und mit CO_2 gesättigtem Wasser, von Lösungen von Kaliumhydrat, Calciumsulfat und Ammoniumnitrat auf den Syenit; er erhielt sehr wichtige Resultate, auf welche aber hier nicht näher eingegangen werden soll.

In einer späteren Arbeit hat Cossa²⁾ das Vorhandensein von ziemlich

1) Ricerche di chimica mineralogica sulla Sienite del Biellese. Memorie R. Accad. delle Scienze di Torino 1876 (2*), 28, 309—337. Auch Ricerche chimiche e microscopiche su rocce e minerali d'Italia. Torino 1884, 25—45.

2) Sulla presenza dell' ittrio nello sfeno della sienite del Biellese. Atti R. Acc. dei Lincei, Transunti 1882, 7, 34. Ref. diese Zeitschr. 8, 305.

großen Mengen von Cer- und Yttriumoxyd im Titanit des Biellesischen Syenits nachgewiesen.

Obwohl durch diese Arbeiten von Cossa die Aufmerksamkeit der Gelehrten auf dieses Gestein gelenkt wurde, so ist doch bis jetzt nichts weiteres mehr darüber veröffentlicht worden, mit Ausnahme von einigen Beobachtungen Rosenbuschs¹⁾, welcher den Syenit von Biella oft unter den typischen Syeniten erwähnt.

Der Biellesische Syenit, an dessen eruptiven Ursprunge, obwohl von Gastaldi²⁾ geleugnet, welcher ihn als metamorphosierten Gneiss betrachtet, nicht zu zweifeln ist, bildet ein Ellipsoid, welches sich in den drei Tälern von Oropa, vom Cervo und Sessera ausdehnt. Seine Zusammensetzung und Structur sind sehr wechselnd, da er bald fast nur aus Orthoklas und Amphibol, bald außer diesen zwei Mineralien noch aus Plagioklas und endlich auch aus Biotit besteht, welcher manchmal fast vollkommen den Amphibol ersetzt. Der Quarz ist in den typischsten Varietäten sehr selten, aber es fehlen nicht Stellen, an welchen es sich um wirkliche Quarzsyenite handelt.

Eine Eigentümlichkeit des Syenits von Biella ist sein Reichtum an Ausscheidungen; sie sind immer, wenigstens soweit ich beobachtet habe, saurer als das umgebende Gestein, und in ihnen ist der Quarz immer mehr oder weniger reichlich, bis er in den fluorithaltigen Secretionen das vorwiegende Element ist.

Der Syenit der Umgegend Biellas zeigt eine bedeutende Analogie in der chemischen Zusammensetzung mit jenem des Plauenschen Grundes bei Dresden, wie ein Vergleich der schon mitgeteilten Analyse Cossas mit jener, welche Zirkel für das sächsische Gestein veröffentlichte, ergibt.

	Cossa:	Zirkel:
SiO_2	59,367	59,83
P_2O_5	0,583	—
TiO_2	0,260	Spur
Al_2O_3	47,923	46,85
Fe_2O_3	2,024	—
FeO	6,766	7,04
CaO	4,465	4,43
MgO	1,827	2,64
K_2O	6,678	6,57
Na_2O	4,237	2,44
Glühverlust	4,380	4,29
	<u>404,207</u>	<u>404,03</u>

1) Mikroskopische Physiographie der massigen Gesteine 1896, S. 440, 424, 436.

2) Bei Cossa a. a. O.

Auch die Mineralien, welche in den Drusen der beiden Syenite vorkommen, zeigen viel Übereinstimmendes; der wesentliche Unterschied besteht in den Ausscheidungen, welche in beiden Gesteinen reichlich auftreten, aber in jenem von Biella sauer, in dem von Sachsen basisch¹⁾ sind.

Ein weiterer Unterschied liegt in den Gängen von Pegmatit und Aplit, welche den Syenit vom Plauenschen Grunde durchsetzen, während sie bis jetzt im Syenit von Biella nicht erkannt wurden.

Weitere petrographische Eigenschaften des Syenit von Biella werden hier übergangen, da hier nur die Drusen- und Kluft-Mineralien besprochen werden sollen. Die untersuchten Proben stammen aus den Gruben von Bogna, an den südlichen Grenzen des Syenits, auf dem Wege, welcher von Andorno nach Piedicavallo führt, und aus jenen von Balma, wenige Kilometer weiter oben im Cervo-Tale. Nur wenige Stücke wurden im Tunnel, welcher das Cervo-Tal mit jenem des Sturzbaches in Verbindung bringt, gesammelt.

Die bis jetzt in den Drusen des Syenits oder in seinen Ausscheidungen und Contactbildungen bestimmten Mineralien sind folgende:

- | | |
|-------------------|------------------|
| 1. Fluorit. | 47. Muscovit. |
| 2. Molybdänglanz. | 48. Chlorit. |
| 3. Pyrit. | 49. Pyroxen. |
| 4. Kupferkies. | 20. Wollastonit. |
| 5. Bornit. | 21. Amphibol. |
| 6. Magnetkies. | 22. Titanit. |
| 7. Quarz. | 23. Orthoklas. |
| 8. Hämatit. | 24. Albit. |
| 9. Limonit. | 25. Oligoklas. |
| 10. Magnetit. | 26. Turmalin. |
| 11. Calcit. | 27. Axinit. |
| 12. Malachit. | 28. Prehnit. |
| 13. Apatit. | 29. Chabasit. |
| 14. Epidot. | 30. Desmin. |
| 15. Granat. | 31. Laumontit. |
| 16. Biotit. | 32. Heulandit. |

Zirkon, Ilmenit und Spinell habe ich dagegen nie mit Sicherheit weder in den Drusen, noch in den Contactbildungen in makroskopischen Krystallen aufgefunden. Der Zirkon ist im typischen Syenit sehr verbreitet, und beim Schlämmen des Gesteinspulvers kann man zahlreiche Krystalle erhalten, welche über $\frac{1}{2}$ mm Länge in der Richtung der Axe *c* nicht hinausgehen. Auch Ilmenit habe ich in verschiedenen Dünnschliffen, namentlich von einigen besonderen Ausscheidungen, in schönen Krystallen bemerkt, welche

1) R. Beck und J. Hazard, Erläuterungen zu Section Dresden der geologischen Specialkarte des Königreichs Sachsen. Leipzig 1898.

häufig am Rande in sehr schönen Titanit umgewandelt sind. Spinell haben Ing. Franchi und ich in großen Mengen in den Dünnschliffen einiger Contactgesteine in sehr kleinen, dunkelgrünen Körnchen gefunden.

Von den oben erwähnten 32 Mineralien sind die nachstehenden 24: Fluorit, Molybdänglanz, Kupferkies, Bornit, Magnetkies, Malachit, Epidot, Granat, Biotit, Muscovit, Chlorit, Pyroxen, Wollastonit, Albit, Turmalin, Axinit, Prehnit, Chabasit, Laumontit, Desmin, Heulandit bis jetzt nicht beschrieben worden.

Die Verbreitung dieser Mineralien ist natürlich sehr wechselnd. Sehr häufig, sowohl in den Drusen, wie im Gesteine, sind die Feldspäte und der Amphibol, viel weniger der Titanit. Der Apatit, welcher im Gesteine reichlich vorkommt, ist in den Drusen nur selten in makroskopischen Krystallen zu finden, dasselbe gilt für Magnetit. Epidot, Prehnit, Turmalin, Pyrit sind noch ziemlich häufig. Selten sind Fluorit, Pyrrhotin, Chabasit, Laumontit, Heulandit, Granat. Sehr selten ist Pyroxen in nicht mikroskopischen Krystallen, und noch mehr der Desmin, von welchem nur sehr wenige Blättchen gefunden wurden. Einige der in den Drusen beobachteten Mineralien sind gänzlich oder zum Teil aus der Umwandlung anderer Mineralien hervorgegangen, wie z. B. Chlorit, Malachit, Bornit, Limonit.

Die meisten dieser Mineralien kommen in den Drusen des gewöhnlichen, typischen Syenits und zum Teil in jenen des Glimmersyenits vor. Andere zeigen sich in ganz charakteristischer Weise. So wurde der Fluorit nur in einer sehr sauren Ausscheidung gefunden, welche vorwiegend aus Quarz besteht; der Granat und der Pyroxen in Contactbildungen; der Chabasit in Gesteinen, welche durch ihre Zusammensetzung und Structur vom gewöhnlichen Syenit leicht zu unterscheiden sind.

Es ist nicht möglich, eine Angabe über das relative Alter dieser Drusenmineralien zu machen, da die Drusen meistens klein und immer nur mit sehr wenigen Mineralien ausgekleidet sind. Ferner ist für einige Mineralien, wie Axinit, wahrscheinlich, daß in den verschiedenen Drusen nicht nur das Alter, sondern auch die Bildungsweise verschieden waren.

Von petrographischen Notizen werde ich hier nur ganz vorläufige und kurze Besprechungen geben, nur um die Beschreibung einiger einzelner Mineralien zu vervollständigen und die verschiedenen Vorkommen besser zu charakterisieren.

Fluorit.

Der Fluorit ist ein im Biellesischen Syenit sehr seltenes Mineral und kommt nur in den sauersten Ausscheidungen vor, welche fast ausschließlich aus Quarz und den accessorischen Bestandteilen Epidot, wenig Chlorit, einigen seltenen Amphibolkrystallen, wenigem Magnetit und Titanit in wechselnder Menge bestehen. Der Quarz ist farblos oder blaßrosa, der Epidot sehr hellgrünlichgelb; der Chlorit ist dunkelgrün ohne Glanz, wenn

er verändert ist, von sehr dunkelgrüner Farbe und sehr glänzend in frischen Lamellen. Der Titanit bildet schöne Kryställchen.

Der Fluorit ist aber selbst in diesen Ausscheidungen ziemlich selten, er bildet kleine krystallinische Körnchen oder sehr kleine Kryställchen {100} oder {100} {444} von schön dunkelvioletter, manchmal etwas hellerer Farbe. Das die Färbung bedingende Pigment ist, wie man unter dem Mikroskope sieht, unregelmäßig durch den Krystall verteilt und manchmal nur in einzelnen Partien des Krystalls eingelagert. Die hellere Farbe, welche manchmal zu beobachten ist, ist wahrscheinlich durch eine Zersetzung verursacht; alle frischen Stücke besitzen dunkelviolette Farbe.

Der Fluorit sitzt direct auf dem Quarz, oder in kleinen Hohlräumen desselben, in welchem der Fluorit sich meistens allein findet. Titanit und Quarz sind die ältesten Elemente dieser sauren Ausscheidungen; der Fluorit ist jünger. Noch jünger sind Chlorit und Epidot, welche nahezu gleichaltrig sein mögen.

Molybdänglanz.

Auch dieses Mineral ist im Syenit von Biella sehr selten; es kommt in kleinen derben Massen oder undeutlichen Krystallgruppen vor. Es hat die gewöhnliche, glänzende bleigraue Farbe und gibt den charakteristischen grünlich-grauen Strich. Auch das Lötrohrverhalten stimmt mit jenem, welches A. Cossa¹⁾ für den Molybdänit ausführlich beschrieben hat, überein. Spec. Gew. 4,73.

Mit 0,3326 g habe ich eine quantitative Analyse ausgeführt; das Molybdän wurde in der Kälte aus der schwach alkalischen Lösung mittels einer sehr schwach sauren Mercuronitratlösung abgeschieden. Der mit Ammoniumnitratlösung gewaschene Niederschlag wurde getrocknet und dann in einem Porzellantiegel erhitzt; das erhaltene Molybdäntrioxyd wurde gewogen. Es wurden alle von Treadwell²⁾ empfohlenen Vorsichtsmaßregeln angewandt.

Die geringe Substanzmenge hinderte eine Prüfung auf etwaige vorhandene andere Elemente, außer *Mo* und *S*. Das Material war ganz rein, und es ist bekannt, daß de Grammont³⁾ im Spectrum des Molybdänglanzes nur die Linien des *Mo* beobachtete.

Die gefundenen Werte sind unter I. wiedergegeben⁴⁾:

	I.	II.
<i>Mo</i>	59,35	59,95
<i>S</i>	40,28	40,04
	<u>99,63</u>	<u>100,00</u>

1) Sulla molibdenite del Biellese. Atti R. Acc. dei Lincei, Transunti 1877 (3*), 1. 206. Ausz. diese Zeitschr. 2, 206.

2) Kurzes Lehrbuch der analytischen Chemie 2, 482.

3) Analyse spectrale des mineraux. Bull. soc. fr. de minér. 1895, 18, 274. Ref. diese Zeitschr. 27, 622.

4) Für alle chemischen Rechnungen wurden die internationalen Atomgewichte für 1902 angewandt.

Die Formel MoS_2 erfordert die unter II. stehenden Zahlen.

Dieses Mineral wurde nur an einigen aus Bogna stammenden Stücken gefunden. An einem derselben, welches ein etwas ungewöhnliches Aussehen hat, indem es aus großen Orthoklas-, sehr kleinen Plagioklasindividuen, viel Biotit in gewöhnlich kleinen, aber auch 6 mm erreichenden Blättchen, wenig Amphibol und wenig hellgrünem Prehnit besteht, bildet der Molybdänglanz ein kleines Nest zwischen dem Orthoklas. Beim ersten Anblick scheint der Molybdänglanz zu den ältesten Bildungen zu gehören, bei sorgfältiger Prüfung sieht man aber, daß er Spalten, Zwischenräume, wie eine recente Bildung, erfüllt. Die Anwesenheit des Prehnit unter den gleichen Umständen zeigt vielleicht, daß er sich etwas früher oder gleichzeitig mit den Zeolithen gebildet hat, wie dies W. C. Brögger¹⁾ für das Vorkommen des Langesundfjords wahrscheinlich gemacht hat.

Diese recente Bildung ist an zwei anderen Stücken zu ersehen, an welchen der Molybdänglanz kleine Gruppen von sehr kleinen Kryställchen auf der Oberfläche des Gesteins bildet, welches aus Orthoklas, wenig Plagioklas, Quarz, viel Glimmer und wenig Amphibol, außer den gewöhnlichen accessorischen Bestandteilen (Apatit, Magnetit usw.) zusammengesetzt ist.

In teils sehr kleinen, teils ziemlich großen Blättchen kommt der Molybdänglanz in geringer Menge auch in einigen Drusen vor, welche Feldspat, reichlich (meistens große) Rauchquarkrystalle, viel Chlorit, etwas Prehnit und sehr schöne Calcitkrystalle $\{2\bar{1}1\}$ $\{111\}$ zeigen. Auch in diesen Drusen ist der Molybdänglanz jung; er bedeckt selbst den Chlorit. Einige Blättchen sind auch im Gestein, in der Nähe dieser Drusen, zu finden.

Manchmal bieten diese Lamellen deutliche krystallographische Umrisse, es handelt sich um sehr dünne Täfelchen, welche selbst nur $\frac{1}{2}$ mm Dicke erreichen; sie zeigen die Formen $\{0001\}$, $\{10\bar{1}0\}$. Ich habe keine Pyramidenfläche gesehen. Die Molybdänitblättchen sind oft verdreht und gekrümmt, zeigen aber nicht die von N. Nordenskjöld²⁾ beobachtete Streifung, welche ihn dazu führte, den Molybdänglanz als monoklin zu betrachten.

Es ist merkwürdig, daß dieses Mineral bis jetzt nur da, wo das Gestein an Biotit reich ist, vorkommt.

Der Molybdänglanz ist in Italien sehr selten und bis jetzt nur von einigen sardinischen Localitäten, aus dem Basalt der Cyclophen-Inseln, dem Trachyt von Zovon in den Euganeen und dem Bezirk von Sondalo im Veltlin bekannt geworden. In Piemont wurde er nahe Courmayeur, nahe Drusasco, im sogenannten Syenit von Traversella gefunden. A. Cossa³⁾

1) Die Mineralien der Syenitpegmatitgänge der südnorwegischen Augit- und Nephelinsyenite. Diese Zeitschr. 1890, 16, 5.

2) Bulletin de la Classe phisico-mathématique de l'Acad. Imp. des Sciences de St. Pétersbourg 14, 342.

3) a. a. O.

beschrieb das Mineral vom Rialmossotale, nahe Macchetto in der Gemeinde Quittengo¹⁾, welches, wie jenes von Traversella, von Quintino Sella entdeckt worden war. Das Vorkommen von Macchetto ist hier von Interesse, weil es an dem südlichen Rande des Syenits liegt, und der dortige Molybdänglanz, nach den Bestimmungen Cossas, sowohl in der chemischen Zusammensetzung und nach dem spezifischen Gewicht sehr nahe mit dem des Syenits von Bogna übereinstimmt.

Pyrit.

Der Pyrit ist in den Drusen des Syenits ziemlich häufig, meist findet er sich nur krystallisiert und mehr oder weniger in Limonit umgewandelt. Die meisten Krystalle in den gewöhnlichen Drusen sind Würfel, bis zu 10 mm Kantenlänge, oft vollkommen regelmäßig, oft aber nach einer vierzähligen Axe verlängert. Seltener sind ziemlich große Krystalle, die die Combination {210} {111} zeigen: manchmal sind diese zwei Formen fast im Gleichgewicht, aber bisweilen herrscht das Oktaëder vor.

Die Pyritkrystalle finden sich gewöhnlich in den Drusen, welche nur von Feldspäten, oder von diesen und Amphibol erfüllt sind, kommen aber auch in einigen eigentümlichen, kleinen Höhlungen von dunkelgrünem Amphibol erfüllt vor. Pyrit in mehr oder weniger großen Krystallen oder auch in unregelmäßigen Stücken findet sich in einigen Drusen, welche von farblosem Quarz in schönen Krystallen mit den Formen {211}, {100}, {221} ausgekleidet sind. Sehr reich an Pyrit, bald in sehr kleinen, bald in ziemlich großen Krystallen sowohl in den Höhlungen, wie in der Masse, ist jene besondere Facies des Syenits mit feiner Structur, von bläulichgrauer Farbe und reich an Magnetit, in deren Drusen Chabasit, Heulandit, Calcit, Pyrit, Epidot usw. vorkommen.

Außer in den Drusen, ist der Pyrit häufig im Gesteine, wo er zu den ältesten Bestandteilen gehört, selten in deutlichen Krystallen, viel öfter in derben oder aus vielen unvollkommenen Kryställchen bestehenden Massen. Es ist zu bemerken, daß er sich nicht im typischen Syenit, sondern fast ausschließlich in einigen sauren Ausscheidungen findet, welche eine hellrosenrote Farbe, feine Structur besitzen und aus sehr hellrosenrotem Orthoklas (welcher meistens das vorwiegende Element ist), Oligoklas, vielem Quarz in bald sehr kleinen, bald großen Individuen, sehr wenigem Amphibol

¹⁾ Hintze (2, 444) erwähnt zweimal, unter verschiedenen Namen, diesen Fundort. Einmal bezeichnet er ihn so: »In Novara bei Quittengo usw.«, das zweite Mal »in Rialmosso-Tal bei Macchetto im Gebiete von Biella«. Wie auch Jervis (*I tesori sotterranei dell' Italia*, Torino 1873, Parte I, 433), aus welchem Hintze die erste Bezeichnung entnommen hat, sagt, findet sich die Localität Macchetto eben in der Gemeinde von Quittengo, welche zur Provinz Novara gehört.

und einer wechselnden Menge Biotit (außer den gewöhnlichen accessorischen Bestandteilen) bestehen.

Kupferkies und Bornit.

Der Kupferkies ist ein Mineral von ganz untergeordneter Bedeutung für den Syenit. Er kommt nur in sehr kleiner Menge, meist neben dem Pyrit, vor. Er ist niemals gut krystallisiert. Häufiger als in den Drusen findet er sich in Klüften und im Gesteine. Er ist sehr rein und besitzt seine eigentümliche messinggelbe Farbe.

Oberflächlich ist er immer in Bornit verändert.

Magnetkies.

Von diesem Mineral wurde nur ein einziges Stück gefunden. Es bildet eine kleine Ader von vollkommen unregelmäßigen Körnern neben Kupferkies, welche zum Teil den Magnetkies durchdringt. Das umgebende Gestein ist ein Syenit mit vielem Biotit und Amphibol und sparsamem Plagioklas.

Der Magnetkies zeigt die charakteristische Bronzefarbe, wird durch den Magnet angezogen und auch die chemischen Eigenschaften stimmen mit jenen des Magnetkieses vollkommen überein.

Der Magnetkies des Syenits von Biella enthält Spuren von Nickel und Kupfer.

In einer vor vielen Jahren veröffentlichten Arbeit hat S. Meunier¹⁾ die merkwürdige Abscheidung bekannt gemacht, welche einige Sulfide von den Metallen bewirken, welche sich in Lösung finden und, natürlich, in freiem Zustande existieren können. Unter den von Meunier untersuchten Sulfiden ist der Magnetkies nicht; ich habe daher das Verhalten unseres Mineralen darauf geprüft. Übergießt man einige Stückchen in einem Probierrohr mit einer Goldchloridlösung, so sind dieselben schon nach zwei Stunden mit einer ziemlich dicken Schicht von metallischem Gold bedeckt. Aus meinen Versuchen geht hervor, daß die reduzierende Wirkung des Magnetkieses viel größer als jene von anderen Sulfiden ist. In der Tat zeigt die Vergleichung der Dicke der auf dem Magnetkies während 24 Stunden abgelagerten Goldschicht mit jener, welche ein oktaëdrischer Pyritkrystall von Traversella bietet, den Prof. Cossa acht Tage lang in einer Goldchloridlösung gelassen hatte, daß die Abscheidung auf dem Magnetkies eine bedeutend stärkere war.

Quarz.

Cossa erwähnt schon dieses Mineral als in sehr kleiner Menge im Syenit von Biella vorkommend.

¹⁾ Recherches expérimentales sur les sulfures naturels. Compt. rend. 1877, 84, 638.

In den Drusen ist der Quarz sehr häufig. Er zeigt Krystalle von sehr wechselnden Dimensionen, welche zwischen wenigen Millimetern und selbst einigen Decimetern schwanken. Auch die Farbe ist wechselnd: von farblos bis zu vollkommen schwarz. Die gewöhnlicheren und flächenreicheren Krystalle sind meist mehr oder weniger rauchgrau. Die farblosen oder weißlichen Krystalle zeigen fast stets die einfache Combination $\{2\bar{1}1\}$, $\{100\}$, $\{22\bar{1}\}$, manchmal mit kleinen Flächen von einigen anderen directen oder inversen Rhomboëdern und sehr selten auch die trigonale Bipyramide $s\{4\bar{1}\bar{2}\}$ ($\{4\bar{2}1\}$ an den linksdrehenden Krystallen) und dem Trapezoëder $x\{4\bar{1}\bar{2}\}$ ($\{4\bar{2}1\}$ an den linksdrehenden).

Die rauchgrauen Krystalle haben im Gegenteil dazu die Combinationskanten der Rhomboëder $\{100\}$ und $\{22\bar{1}\}$ mit $\{2\bar{1}1\}$ von zahlreichen Rhomboëdern abgestumpft. Nicht alle können genau bestimmt werden, weil sie meist stark gestreift, auch gekrümmt sind; an einigen Krystallen habe ich mit aller Sicherheit verschiedene dieser Rhomboëder bestimmt. Diese Formen besitzen bald einfache, bald complicierte Symbole, und mit Ausnahme von einigen häufigeren wechseln sie von Krystall zu Krystall und sind fast immer meroëdrisch, so daß sie oft nur eine ihrer Flächen zeigen. Es handelt sich also um unconstante Formen, welche nur eine relative Wichtigkeit haben, deren Zahl leicht vermehrt werden könnte, wenn nicht die Unbeständigkeit und die Unsicherheit der Bestimmung dies unthunlich erscheinen ließe.

Es ist zu bemerken, daß diese Rhomboëder meistens große Flächen, manchmal wie jene des Grundrhomboëders, zeigen, daß die häufigsten aber gewöhnlich nur klein auftreten; so $\{3\bar{1}1\}$, welches an vielen Krystallen vorkommt, aber immer mit sehr kleinen Flächen.

Die mit Sicherheit bestimmten Formen, welche auch gute Messungen lieferten, sind die folgenden:

Miller:	Bravais:	Miller:	Bravais:
$\{2\bar{1}1\}$	$\{10\bar{1}0\}$	$\{44\bar{5}\}$	$\{03\bar{3}1\}$
$\{100\}$	$\{10\bar{1}1\}$	$\{55\bar{7}\}$	$\{04\bar{4}1\}$
$\{711\}$	$\{20\bar{2}3\}$	$\{7.7.\bar{1}1\}$	$\{06\bar{6}1\}$
$\{13.\bar{2}.\bar{2}\}$	$\{50\bar{5}3\}$	$\{88\bar{5}\}$	$\{0.13.\bar{1}\bar{3}.1\}$
$\{7\bar{2}\bar{2}\}$	$\{30\bar{3}1\}$	$\{11.11.\bar{1}\bar{9}\}$	$\{0.10.\bar{1}\bar{0}.1\}$
$\{3\bar{1}1\}$	$\{40\bar{4}1\}$	$\{6.6.\bar{1}1\}$	$\{0.17.\bar{1}\bar{7}.1\}$
$\{13.5.5\}$	$\{60\bar{6}1\}$	$\{4\bar{2}1\}$	$\{2\bar{1}\bar{1}1\}$
$\{5\bar{2}\bar{2}\}$	$\{70\bar{7}1\}$	$\{4\bar{1}\bar{2}\}$	$\{11\bar{2}1\}$
$\{7\bar{3}\bar{3}\}$	$\{10.0.\bar{1}\bar{0}.1\}$	$\{4\bar{1}\bar{2}\}$	$\{51\bar{6}1\}$
$\{11.5.5\}$	$\{16.0.\bar{1}\bar{6}.1\}$	$\{4\bar{2}1\}$	$\{6\bar{7}\bar{5}1\}$
$\{22\bar{1}\}$	$\{01\bar{1}1\}$	$\{10.\bar{2}.5\}$	$\{41\bar{5}1\}$
$\{88\bar{7}\}$	$\{05\bar{5}3\}$	$\{8\bar{4}\bar{4}\}$	$\{41\bar{3}1\}$

Man hat also neun directe und acht inverse Rhomboëder; nur sechs der ersten besitzen die entsprechenden inversen. Das Prisma $\{2\bar{1}1\}$ ist an allen Krystallen vorherrschend. Das Gleiche gilt für $\{400\}$ und $\{22\bar{1}\}$, welche unter den Endflächen gewöhnlich hervortreten.

Das directe Rhomboëder $\{711\}$ ist sehr selten; es wurde an einem einzigen Krystalle mit nur einer Fläche gefunden. Auch $\{13.\bar{2}.\bar{2}\}$ ist nur einmal bestimmt worden. Ziemlich häufig ist $\{7\bar{2}\bar{2}\}$, welches Flächen von mittlerer Größe zeigt. $\{3\bar{1}\bar{1}\}$ ist ziemlich gewöhnlich; seine Flächen sind immer sehr klein und oft matt oder stark gestreift. Nicht selten ist $\{13.\bar{5}.\bar{5}\}$, welches große und ziemlich regelmäßige Flächen aufweist und immer gute Messungen liefert. Ganz selten ist im Gegenteil $\{5\bar{2}\bar{2}\}$; es wurde an einem einzigen Krystalle mit einer ziemlich großen Fläche gefunden. $\{7\bar{3}\bar{3}\}$ ist häufiger, aber seine großen Flächen sind für genaue Messungen wenig geeignet. $\{11.\bar{5}.\bar{5}\}$ ist sehr selten.

Unter den inversen Rhomboëdern ist $\{55\bar{7}\}$ das häufigste, natürlich nach $\{22\bar{1}\}$. Es hat meistens kleine, manchmal aber auch ziemlich große Flächen, welche im allgemeinen gute Messungen liefern. Häufig ist auch $\{88\bar{7}\}$, aber immer mit sehr kleinen Flächen, die nur approximative Messungen gestatten. Genaue Messungen wurden von dem ebenso häufigen Rhomboëder $\{44\bar{5}\}$ erhalten, dessen Flächen immer groß sind. Wenig häufig ist $\{7.7.\bar{1}\bar{1}\}$, welches immer groß, manchmal wie $\{22\bar{1}\}$, entwickelt ist. Alle anderen inversen Rhomboëder $\{88\bar{5}\}$, $\{11.11.\bar{1}\bar{9}\}$ und $\{6.6.\bar{1}\bar{1}\}$ sind sehr selten und meistens klein.

Sehr gemein sind die hemiëdrischen Facetten. $\{4\bar{1}2\}$ und $\{4\bar{2}1\}$ sind oft sehr klein, während $\{4\bar{1}\bar{2}\}$ und $\{4\bar{2}\bar{1}\}$ etwas größer auftritt. Selten sind $\{10.\bar{2}.\bar{5}\}$ und $\{8\bar{4}\bar{1}\}$; ersteres wurde einmal mit großen, letzteres mit sehr kleinen Flächen beobachtet.

Im Folgenden sind die wichtigsten Winkel gegeben, welche für die Bestimmung der gefundenen Formen dienen.

Kanten:	Gemessen (Mittel):	Berechnet:
$(400): (711)$	$= 110^{\circ}46'$	$110^{\circ}32'$
$: (13.\bar{2}.\bar{2})$	13 ca.	12 56
$: (7\bar{2}\bar{2})$	23 28	23 34
$: (3\bar{1}\bar{1})$	27 $4\frac{1}{2}$	27 5
$: (13.\bar{5}.\bar{5})$	30 26	30 44
$: (5\bar{2}\bar{2})$	34 46	34 48
$: (7\bar{3}\bar{3})$	33 29	33 43
$: (11.\bar{5}.\bar{5})$	35 48	35 24
$(22\bar{1}): (88\bar{7})$	13 ca.	12 56
$: (44\bar{5})$	23 28	23 34
$: (55\bar{7})$	27 15	27 5
$: (7.7.\bar{1}\bar{1})$	30 $44\frac{1}{2}$	30 44

Kanten:	Gemessen (Mittel):	Berechnet:
(221) : (885) =	32° 44'	32° 36'
: (11.11.11)	33 50	33 43
: (6.6.11)	35 35	35 34

Einfache Krystalle sind sehr selten, besonders unter den rauchgrauen. Die meisten Krystalle sind Zwillinge nach dem Gesetze: Drehungsaxe die Normale zu {111}. Dieses Gesetz ist leicht zu erkennen durch die sorgfältige Beobachtung der Prismenflächen, weil die Unterbrechungen der Streifungen sehr deutlich hervortreten, oder auch weil die hemiëdrischen Facetten an diesen Krystallen sehr häufig sind und dann an allen Ecken, anstatt nur an den abwechselnden auftreten. Die Zwillinge bestehen teils nur aus linksdrehenden, teils nur aus rechtsdrehenden Individuen; vielleicht sind die ersteren etwas vorwiegend.

Durch ihren Habitus merkwürdig sind zwei einfache Rauchquarze. Der eine zeigt von den sechs Prismenflächen drei große und die abwechselnden drei sehr klein. Der andere Krystall, welcher nur an einem Ende begrenzt ist, besitzt einen deutlichen rhomboëdrischen Habitus, indem die drei Flächen von {100} sehr groß sind, während jene von {221} zu glänzenden Punkten zurücktreten.

Wie im Anfange gesagt, ist der Quarz im Gesteine nach Cossa selten und nur vereinzelt in kleinen Blättchen anwesend. Nach meinen Beobachtungen ist er schon makroskopisch viel reichlicher als Cossa angab. Wo das Gestein die typische Zusammensetzung hat, ist der Quarz wirklich selten, aber er ist sehr häufig in den so verbreiteten sauren Ausscheidungen.

Auch in den Drusen ist dieses Mineral in mehr oder weniger schönen Krystallen häufig, die immer zu den ältesten Elementen gehören.

Eisenglanz.

Schon Cossa hatte dieses Mineral in den Dünnschliffen des Gesteins bestimmt; er beobachtete, daß einige Orthoklase kleine Blättchen von Eisenglimmer enthalten.

In den Drusen oder auf den Klüften kommt der makroskopische Eisenglanz ganz anders vor; er bildet in ihnen schwache Überzüge, fast ausschließlich auf dem Oligoklase, welche aus äußerst kleinen, rötlichen Blättchen bestehen. Sehr selten sieht man sehr dünne Eisenglanzkrusten auf den Orthoklaskrystallen der Drusen, oder auf den Quarzkrystallen.

Merkwürdig ist eine kleine Druse, welche zahlreiche Quarz- und Oligoklaskrystalle, sowie einige Amphibolkryställchen enthält, in welcher ein Quarzkrystall zum Teil durch eine Eisenglanzschicht bedeckt ist, welche $\frac{1}{4}$ bis $1\frac{1}{2}$ mm Dicke hat und aus zwei Schichten besteht: die eine ist von stahlgrauer Farbe und in unmittelbarem Contact mit den Flächen des Quarzes, von welchen sie leicht unter Beibehaltung des Abdrucks getrennt

werden kann; die zweite oberflächliche Schicht besitzt kupferrote Farbe und ist aus zahlreichen Blättchen zusammengesetzt.

Nur einmal habe ich einige Amphibole des Gesteins beobachtet, welche oberflächlich sparsame Eisenglanzblättchen hatten.

Die Blättchen der Drusen sind meistens von rötlicher Farbe, äußerst klein und gewöhnlich zusammenhängend. In einer Druse waren sie vereinzelt und etwas größer als die übrigen ($\frac{1}{3}$ mm), aber auch in diesem Falle nicht meßbar.

Der Eisenglanz der Drusen ist offenbar eine recente Bildung und durch einen Absatz aus Lösungen gebildet. Die wenigen im Amphibol des Gesteins gefundenen Blättchen können ein Veränderungsproduct des Amphibols selbst sein.

Limonit.

Er ist ein ganz secundäres Mineral, welches aus der Verwitterung des Pyrits und des Amphibols entsteht. Ziemlich häufig sind Pseudomorphosen von Limonit nach Pyrit, und es ist nicht schwer, Amphibolkryställchen zu finden, welche von einer schwachen Limonitschicht bedeckt sind, welche durch ihre Veränderung gebildet wurde.

Schon Cossa hatte in den Dünnschliffen Amphibolindividuen beobachtet, welche oberflächlich in Limonit umgewandelt worden waren.

Magnetit.

Cossa fand, daß alle Amphibolkrystalle des Gesteins Magnetit enthalten. Obwohl dieses Mineral so verbreitet im Gesteine selbst vorkommt, ist es doch in den Drusen und in den Spalten in makroskopischen Krystallen sehr selten.

Oктаëder von etwa 1 mm Größe, oft noch kleiner, aber selten größer, finden sich reichlich in einigen Drusen und Spalten, welche Chabasit, Calcit, Heulandit enthalten. Der Magnetit ist in diesen Drusen ziemlich jung. Die Krystalle haben dunkel stahlgraue Farbe mit lebhaftem metallischen Glanz. Gewöhnlich zeigen sie nur {111} und sind sehr regelmäßig ausgebildet. An den größeren sind die Flächen häufig geätzt; an zweien habe ich neben dem Oktaëder auch die sehr kleinen, aber deutlichen Flächen des Würfels {100} beobachtet.

Der Magnetit von diesen Chabasitdrusen ist titanhaltig; nach einer colorimetrischen Reaction nach der Methode Wellers zu urteilen, scheint es, daß der Titangehalt ziemlich beträchtlich ist. Auch der aus den Amphibolkrystallen des Gesteins erhaltene Magnetit ist titanhaltig.

Schwarze Rhombendodekaëderkrystalle, welche bis 2 mm Größe erreichen, finden sich in den später zu beschreibenden Drusen mit weißem Heulandit und verändertem Epidot. Hier kommt der Magnetit meist auf den Heulanditkrystallen oder in ihrem Innern vor.

In den Kalkspatpartien, welche manchmal im Gesteine zu finden sind, ist der Magnetit nebst Turmalin, Titanit, Pyrit, Quarz usw. ziemlich häufig. Diese Krystalle zeigen meist {111}, selten auch untergeordnet {110}, und sind bis $1\frac{1}{2}$ mm groß. Die Flächen von {111} besitzen ein blätteriges Aussehen, weil sie von zahlreichen in paralleler Verwachsung liegenden Krystallen gebildet sind. Im Innern dieser Krystallgruppen habe ich bisweilen sehr schöne, bräunlichgelbe, stark glänzende Titanitkryställchen eingewachsen gefunden.

Calcit.

Er ist ein im Biellesischen Syenit ziemlich häufiges Mineral; an verschiedenen Punkten des Gesteins erscheint er in krystallinischen Massen oder großen Spaltungsrhomboëdern, welche nach zwei parallelen Flächen tafelförmig, undurchsichtig, gelblichweiß sind und bis 40 mm in ihrer größten Dimension erreichen. Sie sind sehr reich an Einschlüssen von verschiedenen Mineralien.

Gut ausgebildete Krystalle sind ziemlich selten. In den Drusen findet man bisweilen gelbliche Skalenoëder {201}. Sehr selten sind gelblichweiße Krystalle, an welchen die Basis {111} vorherrscht, nach welcher eine äußerst leichte Trennbarkeit herrscht, so daß die gewöhnliche Spaltbarkeit nach {100} nicht erhalten werden kann. W. C. Brügger¹⁾ erwähnt dieselbe Erscheinung an einigen Calciten der Fundorte vom Langesundfjord. Diese Krystalle zeigen die Combination {111} {211}, sie sind sehr rein, weil sie nur Spuren Eisen und Magnesium enthalten. Sie liegen in einer Druse, welche viel sehr schönen Rauchquarz enthält, die sich im typischen Syenit, bestehend aus Orthoklas und Amphibol nebst vielem Calcit, vorfand. Die Calcitkrystalle zeigen alle Einschlüsse von Amphibolkryställchen.

Sehr schöne Calcitkrystalle wurden in einigen Drusen gefunden, welche von Quarz, reichlichen und meistens großen Rauchquarzkrystallen, vielem Chlorit, etwas Molybdänglanz und manchmal etwas Prehnit zusammengesetzt sind. Die Calcitkrystalle zeigen die Combination {111} {211} und öfter die andere {111} {211} {110}. Sie sind alle kurzprismatisch, die größten messen bis 4 mm Länge und 6 mm in den zwei anderen Richtungen. Auf den Prismenflächen haben sie schwachen Fettglanz und gelbliche Farbe, die Basisflächen sind weiß, matt. Das Gestein, in dem diese Drusen liegen, ist ein Biotitsyenit mit wenigen kleinen Amphibolindividuen und Quarz, welcher sich gegen die Druse zu anreichert. Die Drusen sind von einem Salbande von 1 cm ca. (in einigen Punkten erreicht es noch 5 cm) begrenzt, welches aus den zwei Feldspäten, vielem Quarz, wenigen Glimmerblättchen, sehr wenigem Amphibol, außer den gewöhnlichen accessorischen Bestandteilen, besteht.

1) a. a. O. S. 650.

Sehr selten sind undurchsichtige gelbliche Calcitkryställchen, welche rhomboëdrischen Habitus mit den zwei Combinationen $\{11\bar{1}\}$ $\{10\bar{1}\}$ oder $\{11\bar{1}\}$ $\{63\bar{2}\}$ zeigen. In beiden Fällen ist $\{11\bar{1}\}$ vorwiegend; das inverse Prisma und das Skalenoëder haben immer sehr kleine Flächen.

Der Calcit ist in jenen Drusen und Klüften sehr häufig, welche sich in den dunkelgefärbten Gesteinen mit feiner Structur, an Pyrit und an Magnetit reich, finden. Oft zeigt er das gewöhnliche Skalenoëder $\{20\bar{1}\}$, häufig aber auch die Combination $\{2\bar{1}\bar{1}\}$, $\{110\}$. Die Krystalle sind teils säulig, teils fast nadelförmig, stets nach der dreizähligen Axe verlängert. Krystalle mit dieser Combination fanden sich nur in diesen Drusen.

Der Calcit ist immer ein junges Mineral, oft auch von secundärer Entstehung.

Malachit.

Er ist sehr selten und häufig nur ein oberflächliches Veränderungsproduct der kupferhaltigen Sulfide. An einigen Stellen des Gesteins ist er aber offenbar als Niederschlag aus Lösungen entstanden und bildet einen, manchmal ziemlich ausgedehnten Überzug.

Denselben Ursprung hat auch zweifellos ein Teil der krystallinischen Masse in den Drusen.

Der Malachit findet sich nur in jenen Drusen vor, welche kupferhaltige Sulfide enthalten und an Plagioklas und Orthoklas reich sind, in Form von Körnern mit der charakteristischen Farbe, welche meistens dicht, manchmal aber auch deutlich krystallinisch sind.

Apatit.

Cossa erwähnt den Apatit als Einschluß im Orthoklas und im Amphibol. Merkwürdig ist die von ihm beobachtete Tatsache, daß der Titanit zum Unterschiede von den anderen Gesteinsgemengteilen keine Apatiteinschlüsse enthält.

Dieses Mineral zeigt sehr schöne Krystalle, welche farblos oder etwas gelblich und immer durchsichtig sind. Ihre Größe schwankt von 1 mm bis zu solchen, welche 11 mm in der Richtung der Hauptaxe erreichen. So große Krystalle sind aber sehr selten; die meisten übersteigen nicht 3—4 mm.

Die genau meßbaren Krystalle bieten folgende Formen: $c\{0004\}$, $m\{10\bar{1}0\}$, $a\{11\bar{2}0\}$, $h\{12\bar{3}0\}$, $x\{10\bar{1}1\}$, $y\{20\bar{2}1\}$, $\pi\{40\bar{1}1\}$, $r\{10\bar{1}1\}$, $f\{10\bar{1}4\}$, $s\{11\bar{2}1\}$, $n\{31\bar{1}1\}$. — Die Pyramide $f\{10\bar{1}4\}$ ist neu.

Sie sind also ziemlich flächenarm; mannigfaltiger sind die Combinationen.

1) cm ; 2) $cm y x r$; 3) $cm y x r s$; 4) $cm a y x r$; 5) $cm y x r f$; 6) $cm a h y x r$; 7) $cm \pi x r s n$; 8) $cm a h y x r s$.

Die häufigste Combination ist die zweite; auch die dritte ist ziemlich

verbreitet. Alle anderen sind mehr oder weniger selten; die siebente wurde an einem einzigen, äußerst kleinen Krystalle gefunden.

An allen Krystallen ist das Prisma $\{10\bar{1}0\}$ vorwiegend, doch zeigen seine sechs Flächen fast nie dieselbe Größe. Manchmal herrschen zwei parallele Flächen stark vor, so daß fast tafelförmige Krystalle entstehen. Gewöhnlich ist aber der Unterschied in der Entwicklung weniger beträchtlich. Die beiden anderen Prismen $\{11\bar{2}0\}$ und $\{1\bar{2}30\}$ sind nur sehr untergeordnet in beschränkter Flächenzahl. Jene von $\{1\bar{2}30\}$ zeigen die richtige hemiëdrische Verteilung. Die Messungen für diese Prismen ergaben:

$$\begin{array}{rcll} (10\bar{1}0): (1\bar{2}30) & = & 19^{\circ} 11' & \text{gem.} \quad 19^{\circ} 6' \text{ ber.} \\ & : (11\bar{2}0) & 30 \quad 1 & - \quad 30 \quad 0 \quad - \\ (11\bar{2}0): (1\bar{2}30) & & 40 \quad 48 & - \quad 40 \quad 54 \quad - \end{array}$$

Unter den Endformen ist die Basis immer vorherrschend. $\{10\bar{1}1\}$ ist häufig sehr groß, manchmal ist aber auch $\{10\bar{1}2\}$ größer oder gleich groß entwickelt. Sehr klein ist immer $\{20\bar{2}1\}$. $\{40\bar{1}1\}$ wurde nur einmal und mit sehr kleinen Flächen gefunden. Die neue Form $\{10\bar{1}4\}$ habe ich nur an einem einzigen Krystalle bestimmt, mit sehr kleinen, aber gut ausgebildeten Flächen.

$$(10\bar{1}0): (10\bar{1}4) = 78^{\circ} 16' \text{ gem.} \quad 78^{\circ} 3' 50'' \text{ ber.}$$

$\{11\bar{2}1\}$ ist ziemlich häufig, aber immer klein; $\{31\bar{1}1\}$, an einem einzigen Krystalle beobachtet, ist sehr klein. Der Krystall, welcher sie zeigt, maß $\frac{1}{2}$ mm nach der Hauptaxe und war aus einem mit Epidot bekleideten Spalt losgemacht; er ist der einzige Krystall, welcher die hexagonalen Bipyramiden dritter Art zeigte.

Die Verteilung der Flächen der verschiedenen Pyramiden ist fast immer ganz unregelmäßig: oft hat $\{10\bar{1}1\}$ einige Flächen sehr groß und die anderen sehr klein oder fehlend. Das Gleiche ist der Fall für die anderen Pyramiden: $\{20\bar{2}1\}$ hat fast immer nur einen Teil ihrer Flächen. Nicht selten ist eine der Combinationskanten von $\{10\bar{1}0\}$ mit $\{0001\}$ durch die drei gewöhnlichen Formen x, y, r abgestumpft, die entsprechende, an der anderen Seite der Basis sich findende Kante dagegen nicht.

Das Prisma $\{10\bar{1}0\}$, die Basis und die Pyramiden x, r, s liefern immer sehr genaue Messungen, etwas weniger y .

Der Prismenwinkel wurde etwas schwankend gefunden zu $59^{\circ} 55'$ bis $60^{\circ} 5'$. Diese beiden Grenzwerte wurden an einem Krystalle erhalten, welcher besonders gestört war; wenn man von diesen Werten absieht, so werden die beobachteten Grenzen $59^{\circ} 57' - 60^{\circ} 4'$.

Der Winkel zwischen Prisma und Basis ist sehr selten von 90° etwas verschieden, der Unterschied beträgt $1'$, höchstens $2'$.

Der Winkel mx und cx ist an allen Krystallen sehr constant. Aus ihm folgt das Axenverhältnis: $c = 0,73228$.

Kanten:	Grenzen der Mess.:	Zahl:	Mittel:	Ber.:	Untersch.:
(0004):(10 $\bar{1}$ 1) =	—	6	40°43' 0"	40°43' 0"	0' 0"
(10 $\bar{1}$ 0):(10 $\bar{1}$ 1)	—	7	49 47 0	49 47	0 0
: (20 $\bar{2}$ 1)	30°36'—30°37'	2	30 36 30	30 35 48	0 42
: (10 $\bar{1}$ 2)	67 4 — 67 6½	7	67 5 40	67 4 56	0 44
(0004):(10 $\bar{1}$ 2)	22 53½—22 56	6	22 55	22 55 4	— 0 6
: (20 $\bar{2}$ 1)	—	4	59 24	59 24 12	— 0 12
(20 $\bar{2}$ 1):(10 $\bar{1}$ 1)	49 10 — 49 11	2	49 10 30	49 11 12	— 0 42
(10 $\bar{1}$ 1):(10 $\bar{1}$ 2)	47 47 — 47 49	6	47 47 50	47 47 56	— 0 6
(10 $\bar{1}$ 0):(11 $\bar{2}$ 1)	—	2	44 21	44 20 23	0 37
					$\Sigma = 2' 39''$
					$\varepsilon = 0' 18''$

Die Übereinstimmung zwischen Messungen und Rechnung könnte nicht besser sein.

Nach Pusyrewski und Kokscharow nimmt der Winkel αx beim Apatit mit steigendem Chlorgehalt ab¹⁾. Nach seinen Constanten gehört der Apatit des Syenits von Biella zu den Fluorapatiten mit einem kleinen Chlorgehalt; er ist mit dem Apatit von Jumilla (nach Kokscharow) und vom Albaner Gebirge (nach meinen Messungen) vollkommen identisch und dem Apatit von Kirjabinisk sehr nahestehend.

Die Krystalle der Drusen des Syenits von Biella sind etwas milchig und im Innern fast immer rissig, sie eignen sich daher zu genauen Bestimmungen der Brechungsexponenten wenig. Doch hat ein etwas besserer Krystall eine sehr gute Messung, leider nur für Natriumlicht, gestattet; die erhaltenen Werte sind:

$$\omega_{Na} = 1,63824$$

$$\varepsilon_{Na} = 1,63446.$$

Diese Werte sind mit jenen, welche Schrauf²⁾ und Zimányi³⁾ für den Apatit von Jumilla gefunden haben, in ganz guter Übereinstimmung.

In einer Arbeit über die Verbreitung der Cermetalle fand Cossa, daß

1) Diese Beobachtungen wurden von H. Baumbauer (Über die Winkelverhältnisse des Apatit von verschiedenen Fundorten. Diese Zeitschr. 1894, 18, 31) bestätigt, aber es ist zu erwähnen, daß Wolff und Palache (s. diese Zeitschr. 36, 446) vor kurzem gefunden haben, daß klare und genaue Beziehungen zwischen Dichte, Winkelwerten und Chlorgehalt nicht existieren. Es scheint mir indes noch zu früh, die Meinung von Pusyrewsky, welche so viel Wahrscheinlichkeit a priori hat, zu widerlegen; jedenfalls kann sie immer im jetzigen Stande unserer Kenntnisse über den Apatit eine, wenn auch angenäherte Idee der Zusammensetzung liefern, wenn die Hauptwinkel bekannt sind.

2) Pogg. Ann. 1862, 116, 493.

3) Die Hauptbrechungsexponenten der wichtigeren gesteinsbildenden Mineralien bei Na-Licht. Diese Zeitschr. 1894, 22, 332.

die zahlreichen von ihm untersuchten Apatite alle Spuren von diesen Metallen enthalten. Ich habe deshalb auch den Apatit von Biella daraufhin untersucht und mich überzeugt, daß die Apatitkrystalle im Spektroskop eine deutliche, obwohl schwache Absorptionslinie liefern, welche genau mit der charakteristischen des Praseodyms übereinstimmt, so daß die Schlußfolgerung Cossas, daß nämlich alle Apatite Spuren von Cermetallen enthalten, eine weitere Bestätigung erhält. Eine andere Bestätigung erfuhr sie schon durch den von G. Flink¹⁾ entdeckten Yttriumapatit von Narsasuk, welcher 3,36 Y_2O_3 und 1,52 Ce_2O_3 enthält.

In makroskopischen Krystallen kommt der Apatit nur in besonderen Drusen vor, welche durch ihr Aussehen charakteristisch sind. Sie liegen an Stellen, wo das Gestein wesentlich aus Plagioklas und Amphibol von glänzender, grüner Farbe, mit sehr zahlreichen bräunlichen Titanitkrystallen und hellgelbem Epidot besteht. In den Dünnschliffen dieses Gesteins erkennt man, daß der Plagioklas (welcher auf Grund der auf (010) bestimmten Auslöschungsschiefen zu Ab_3An_1 bis Ab_5An_1 gehört) ziemlich häufige Magnetiteinschlüsse und sehr selten solche von Amphibol enthält. Die Apatitkryställchen sind darin sehr zahlreich, teils vereinzelt oder zu Gruppen vereinigt. Außer diesen Elementen bemerkt man einige Zirkone, etwas Chlorit und Quarz.

Die Wände der Drusen werden von weißen, meistens kleinen Oligoklaskrystallen gebildet, auf welchen die Apatitkrystalle entweder mit der Basis oder mit einer Prismenfläche aufgewachsen sind. Daneben finden sich noch braunschwarze Turmalinnädelchen, kleine Krystalle von grünlich-gelbem Epidot und etwas Amphibol.

Fast mikroskopische (weniger als 1 mm Länge) Apatitkryställchen sind ziemlich häufig. Sie kommen in sehr kleinen Drusen und Rissen vor, welche im Oligoklas sich vorfinden und reich an Epidot sind. Die Apatitkryställchen sind äußerlich von den Epidotnädelchen, welche jünger sind, umhüllt.

Im Gesteine ist der Apatit sehr reichlich verbreitet. Die Feldspatkrystalle (Orthoklas wie Plagioklas) enthalten ihn immer in mehr oder weniger großer Menge; viel seltener ist er im Amphibol. Er ist fast immer deutlich krystallisiert und seine Krystalle haben oft verhältnismäßig große Dimensionen.

Epidot.

Dieses ziemlich häufige Mineral kommt in mehr oder weniger deutlichen nadelförmigen Krystallen, in kleinen Adern im Gesteine, in einigen Drusen auch in ziemlich großen Krystallbüscheln vor.

Ich habe nie bestimmbare Krystalle gefunden. Die Farbe ist sehr wechselnd, von sehr hellgelblich bis zu grasgrün und dunkelgrün.

1) Ref. diese Zeitschr. 1904, 34, 681.

Der Epidot gehört immer zu den jüngeren Bildungen und erscheint oft als ein Veränderungsproduct des Orthoklas oder des Chlorit. Zierliche Nadelchen oder Krystallbüschel kommen in den schon beschriebenen Apatitdrusen vor; in haarförmigen Büscheln oder isolierten Kryställchen findet er sich mit reichlichen Krystallen von braunem Titanit in sehr kleinen Drusen im Plagioklas. Isolierte Kryställchen von grünlichgelber Farbe finden sich in einigen großen Drusen mit Oligoklas und Amphibol verbreitet. Manchmal bedecken seine hellkastanienbraunen Kryställchen jene kleinen Massen von fast faserigen Turmalinbüscheln, welche später beschrieben werden.

Grünlichgelbe Kryställchen kommen manchmal mit den Zeolithen, besonders Laumontit, vor, auf durch die Verwitterung zerbrechlich gewordenen Feldspatkrystallen sitzend.

Sehr hübsch ist der Epidot, welcher nebst Chlorit, Titanit und wenigem Amphibol den Fluorit in den schon beschriebenen charakteristischen Ausscheidungen begleitet. Es gibt auch Ausscheidungen, welche aus Quarz, Epidot, Amphibol, Chlorit, vielem Magnetit, Pyrit in sehr kleinen Krystallen, hier und da aus etwas Kupferkies, etwas Titanit usw. bestehen. Sie ähneln jenen mit Fluorit sehr, aber sie unterscheiden sich leicht nicht nur durch den Mangel des Fluorit, sondern auch durch den Reichtum an Pyrit und Magnetit und durch die kleinere Menge Quarz.

Viel Epidot findet sich in einem fast ausschließlich aus Oligoklas und Amphibol bestehenden Gesteine, in welchem eine Druse mit hellgrünen Epidotbüscheln erfüllt ist; der Epidot bildet eine krystallinische Kruste auch um die Druse.

Große Krystallbüschel von dunkelgrüner Farbe habe ich in einer aus Quarz und Feldspat mit sehr wenig Amphibol zusammengesetzten Ausscheidung gefunden. Sie zeigen deutlichen Pleochroismus:

- a = gelblich,
- b = bräunlich,
- c = grünlich.

jenem des Epidots vom Sulzbachtale ähnlich. Das Pulver ist sehr hellgrün; nach dem Schmelzen mit Kaliumnatriumcarbonat liefert es eine deutliche Manganreaction. Eine quantitative Analyse gab folgende Resultate:

SiO_2	36,91
Al_2O_3	22,39
Fe_2O_3	15,06
MnO	0,70
CaO	22,84
MgO	0,41
FeO	Spur
H_2O	2,13
	100,44

Epidotkryställchen, bald von hellgelblicher, bald von ziemlich dunkelgrüner Farbe, finden sich in den Klüften von jenen dunkel gefärbten Gesteinen mit sehr feiner Structur, reich an Pyrit und Magnetit, welche beim Chabasit erwähnt werden sollen.

Endlich bildet der Epidot dünne, krystallinische Äderchen im typischen Syenit und ist in den Dünnschliffen ziemlich häufig.

Granat.

Die Krystalle von diesem Mineral zeigen gewöhnlich nur {110}. An einem Kryställchen wurden einige Facetten von {211}, an einem dritten {310} mit einer kleinen Fläche gefunden. Eine ziemlich genaue Messung gab:

$$(110):(310) = 26^{\circ} \text{ ca. gem. } 26^{\circ} 34' \text{ ber.}$$

Der merkwürdigste Krystall ist der Fig. 1, Taf. VII abgebildete, der einige wichtige Formen zeigt. Als vorherrschende Form zeigt er {110}, außer diesen Flächen noch zwei andere, ziemlich große, welche genaue Messungen lieferten. Die größere liegt in einer Zone mit zwei anliegenden {110}-Flächen und könnte ohne Messung für eine {211}-Fläche gehalten werden. Der Winkel, welchen sie mit {110} bildet, zeigt aber, daß es sich um eine Hexakisoktaëderfläche handelt, welcher das Symbol {532} zukommt:

$$(110):(532) = 23^{\circ} 20' \text{ gem. } 23^{\circ} 25' \text{ ber.}$$

Dieses Hexakisoktaëder ist für den Granat neu.

Die andere kleinere Fläche gehört dem Oktaëder {111} an; sie gab:

$$(110):(111) = 35^{\circ} 10' \text{ gem. } 35^{\circ} 15' \text{ ber.}$$

Es sind daher die am Granat des Syenits von Biella beobachteten Formen: {110}, {211}, {310}, {111}, {532}.*

Die Krystalle, welche nur {110} bieten, haben meistens ganz gleich entwickelte Flächen, so daß Krystalle von fast idealer Regelmäßigkeit entstehen; selten haben die verschiedenen Flächen verschiedene Größe. Ich habe niemals eine asymmetrische Ausbildung beobachtet, welche an zahlreichen Fundorten häufig ist.

Die Flächen von {110} sind meistens eben und regelmäßig, aber gewöhnlich wenig glänzend. Auf ihnen bemerkt man oft ziemlich große Höhlungen, welche nichts anderes als Abdrücke von verschwundenen Quarzkrystallen sind. Obwohl dieser Granat stark doppelbrechend ist, fehlen doch die sehr flachen, vierflächigen Pyramiden ganz, welche an anderen Localitäten charakteristisch entwickelt sind und welche nach Mallard¹⁾ das Anzeichen der complicierten inneren Structur darstellen. Dieselbe Tatsache beobachtete Brögger (a. a. O. S. 160) an den grünscharzen Granatkrystallen von Stokö, welche, obwohl durch ihre optischen Eigenschaften zum

1) Explication des phénomènes optiques anomaux, Paris 1876.

Typus mit Topazolithstructur von C. Klein¹⁾ gehörig, doch keine Spur der charakteristischen Pyramiden zeigen, welche auf den {110}-Flächen des Topazoliths von der Mussalp vorkommen.

Die Rhombendodekaëderflächen der Biellesischen Krystalle zeigen eine feine, unter dem Mikroskop gut wahrnehmbare Streifung. Sie ist meistens eine doppelte, den zwei Kanten der Fläche (die sie nie vollkommen besetzen) parallel (siehe Fig. 2—4, Taf. VII). Manchmal ist sie krumm. Ihre Anordnung ist wechselnd. Die Streifung nach einer Diagonale, welche sonst auf den {110}-Flächen der Granatkrystalle sehr häufig ist, fehlt an den von mir beobachteten Krystallen vollkommen.

Die Farbe ist sehr wechselnd: die meisten Krystalle haben hellgrüne Farbe, andere sind dunkelrot, gelblich mit allen Zwischenstufen. Gewöhnlich sind sie trübe, nur in kleinen Bruchstücken oder in Dünnschliffen durchsichtig.

Ich habe zahlreiche, orientierte Schriffe der grünlichen Krystalle untersucht, welche sich als stark doppelbrechend erwiesen haben. Die optischen Anomalien sind außergewöhnlich schön: die Krystalle zeigen die Erscheinungen der Dodekaëderstructur C. Kleins sehr deutlich.

Die Schriffe nach dem Würfel zeigen keine Sectorenteilung, der Schliff löscht vollkommen gleichzeitig nach den Diagonalen aus. Die dem Oktaëder parallelen Schriffe sind alle in drei Sektoren geteilt, deren Grenzen nahezu durch die Mittellinien der drei Winkel des Schliffes bezeichnet sind. Die Auslöschung ist in allen Sektoren sehr unvollkommen, da selbst, wenn der größte Teil dunkel geworden ist, immer noch einige Teile hell bleiben. Die Dünnschliffe nach dem Rhombendodekaëder zeigen das gewöhnliche Verhalten, je nachdem sie mehr oder weniger oberflächlich sind: sie bestehen alle aus einer Randzone und einem centralen Rhombus mit Gitterstructur. Einige von diesen Schliffen sind hervorragend schön.

Es würde zwecklos sein, noch andere Einzelheiten anzuführen, da die beobachteten Erscheinungen vollkommen mit den von Klein beobachteten übereinstimmen.

Der Granat des Syenits von Biella enthält immer sehr reichlich Quarz, etwas Calcit und manchmal auch Pyroxen (letzterer ist sehr selten). Auch auf den Krystallflächen sitzen zahlreiche wasserhelle Quarzkryställchen.

Der Granat ist im Syenit von Biella sehr selten und kommt nur in Krystallen und kleinen krystallinischen Massen in einigen Gesteinen vor, welche aus reichlichem Quarz, Orthoklas, Plagioklas, viel häufig verzweigtem Pyroxen, etwas Calcit, Titanit, wenig Epidot und Wollastonit bestehen. Diese eigentümlichen granatführenden Gesteine, welche nur zu Bogna,

¹⁾ Optische Studien am Granat. N. Jahrb. f. Min., Geol. usw. 1883, 1, 87. Ausz. diese Zeitschr. 9, 96.

an den südlichen Grenzen des Syenits gefunden wurden, sind mit aller Wahrscheinlichkeit contactmetamorphisch veränderte fremde Einschlüsse. Es ist zu bemerken, daß sehr selten auch granatführende Partien im Syenit vom Plauenschen Grunde, und zwar in den Pegmatiten vorkommen, welche sich im Syenit finden¹⁾.

Biotit.

Dieses Mineral ist in den Drusen sehr selten; es kommt in bald sehr kleinen, bald in größeren Blättchen nur in den Drusen vor, welche an Orthoklas und Plagioklas reich sind, teils nur mit diesen Mineralien, seltener auch mit etwas Amphibol, Quarz, Titanit.

Die Farbe ist sehr wechselnd: die kleinen Blättchen sind meistens braunglänzend, die größeren sind bronzefarbig oder auch grünlich mit gelblichen Reflexen, fettglänzend, auch etwas fettig sich anführend. Selten sind kleine Blättchen von grünschwarzer Farbe. Sie sind fast immer unter einander zu Büscheln verwachsen, häufig auch verschiedenartig blätterig und gekrümmt. Manchmal erkennt man deutlichen, hexagonalen Umriß, aber nie eine bestimmbare Form.

Die der Basis parallelen Blättchen zeigen deutlichen Pleochroismus mit den Farben tiefbraun und sehr hellbraun. Der Winkel der optischen Axen ist ziemlich gering, die Dispersion deutlich $\rho > \nu$.

Von Einschlüssen enthält der Biotit einige Zirkone und etwas Magnetit.

Manchmal wandelt sich der Biotit, sowohl der des Gesteins wie der der Drusen, in eine chloritische Substanz um, welche bisweilen die Form der ursprünglichen Biotitkrystalle behält.

In den Feldspatdrusen, in welchen er vorkommt, ist der Biotit sicher jünger als die Feldspäte. Die biotitführenden Drusen habe ich nur im typischen Syenit, hauptsächlich aus ziemlich großen Individuen von Amphibol, Orthoklas und Oligoklas bestehend, beobachtet. Manchmal kommt in der Nähe dieser Drusen auch etwas Biotit im Gesteine vor, manchmal fehlt er aber völlig.

Wie schon gesagt, ist der Biotit im Gesteine ziemlich verbreitet.

Muscovit

ist viel seltener als der Biotit. Ich habe ihn nur in silberweißen, bisweilen etwas bräunlichen, $\frac{1}{4}$ —3 mm großen Blättchen in einigen Feldspatdrusen beobachtet. Die Blättchen sind auf den Feldspatkrystallen aufgewachsen und sind möglicherweise aus deren Zersetzung entstanden.

¹⁾ Beck und Hazard a. a. O.

Chlorit

ist in den Drusen und im Gesteine ziemlich häufig; ist aber fast immer secundär und aus der Verwitterung des Amphibol hervorgegangen. Dies ist der Ursprung von fast allem Chlorit, welcher im Gesteine vorkommt¹⁾. Man findet bisweilen vollkommene Pseudomorphosen, welche noch die Form des ursprünglichen Amphibolkrystalles beibehalten haben, gewöhnlich ist dies aber nicht der Fall. Dieser Chlorit bildet kleine Massen, welche aus zahllosen sehr kleinen Lamellen von graugrüner Farbe bestehen, die den früher vom Amphibol eingenommenen Raum erfüllen. An einigen Punkten des Gesteins ist die Umwandlung so vorgeschritten, daß der Amphibol vollkommen oder fast vollkommen verschwunden ist.

Seltener ist der Amphibol der Drusen in Chlorit umgewandelt, aber dann in recht wechselnder Weise, die darauf hinweist, daß der Amphibol des Syenits von Biella eine schwankende Zusammensetzung besitzt. Manchmal bildet sich fast ausschließlich Chlorit nebst sehr wenig Epidot und eisenhaltigem Calciumcarbonat; bisweilen, und besonders in einigen Drusen, bildet sich fast nur Epidot. In einer sehr schönen Druse, welche sehr reich an oft einer schwachen Epidotisierung unterworfenem Oligoklas ist, ist der Amphibol vollkommen verschwunden, und ich habe einen blätterigen, etwas verdrehten und ziemlich compacten Epidotbüschel gefunden, welcher sehr deutlich die Form des Prismas {110} des Amphibols behalten hat, wie die Messung bewies. In derselben Druse fanden sich ferner auch einige kleine, schuppige Massen, welche aus abwechselnden grünlichgelben Epidot- und sehr feinen Chloritschichten bestehen.

Häufig ist auch der Biotit in den Drusen in Chlorit übergegangen unter Bildung von kleineren oder größeren Massen, welche deutliche blätterige Structur, oberflächlich dunkelgrüne, im Inneren hellere Farbe und einen etwas fettigen Glanz besitzen.

Chlorit, welcher nicht von der Umwandlung vorhanden gewesener Mineralien herrührt, ist in den Drusen viel seltener, er erscheint in Blättchen von sehr verschiedener Größe, manchmal auch in Kügelchen oder in körnig-schuppigen Haufen, welche oberflächlich matt, im Inneren aber sehr glänzend und schwärzlichgrün sind. Unter dem Mikroskop erkennt man, daß die größeren Blättchen nicht einheitlich, sondern aus zahlreichen, mit der Basis parallel liegenden Krystallen zusammengesetzt sind. Sie enthalten viele Einschlüsse von Magnetit und Eisenhydroxyden, in dünnen Schichten werden sie schön smaragdgrün durchsichtig, noch dünnere Blättchen sehr hellgrünlich, fast farblos; der Pleochroismus ist der gewöhnliche. Schöne Blättchen finden sich in den Drusen mit Feldspat, Quarz, Molybdänglanz,

1) In einigen Dünnschliffen des Gesteines findet sich zwischen dem Feldspat etwas Chlorit, welcher mit dem Amphibol in keiner Beziehung steht.

Prehnit und sehr schönen Calcitkrystallen {211} {111}, welche schon bei Molybdänglanz und Calcit beschrieben wurden. Diese teils sehr glänzenden, dunkelgrünen, teils helleren und glanzlosen Blättchen bedecken die Feldspat- und Quarzkrystalle.

Der Chlorit ist in den sauren, fluoritführenden Gesteinen häufig, bald frisch, bald schon zersetzt; im ersteren Falle grünschwartz, im letzteren schmutzig dunkelgrün. Der Chlorit bildet zierliche Täfelchen oder kleine Büschel von isolierten Lamellen, oft auch sehr schöne Sphärolithen. Diese Sphärokrystalle zeigen in den Dünnschliffen einen deutlichen Pleochroismus von fast farblos bis zu hellgrün und geben bei gekreuzten Nicols das Interferenzkreuz der Sphärokrystalle. Die Blättchen zeigen fast nie deutliche Umrisse und erlauben keine krystallographische Bestimmung. In dünnen Schliffen werden sie vollkommen durchsichtig, hellgrün oder fast farblos, je nach der Dicke. Der Pleochroismus ist stark mit den gewöhnlichen Tinten: grün, sehr hellgrün, hellbraun. Der Winkel der optischen Axen ist wechselnd, aber ziemlich klein.

Der Chlorit gehört immer zu den jüngeren Bildungen der Drusen.

Pyroxen.

Der Pyroxen ist eines der seltensten Mineralien dieses Syenits, welches nur in dem sehr seltenen Granatfels reichlicher vorkommt. In diesen Gesteinen bildet der Pyroxen Elemente von sehr wechselnder Größe, von mikroskopischer Kleinheit bis zu 3 mm nach der Axe c. Alle Krystalle sind nach der Verticalaxe prismatisch; leider sind sie etwas gerundet oder so im Gesteine eingewachsen, daß es unmöglich ist, ihre Formen bzw. Endflächen zu bestimmen. An einigen Kryställchen, welche ich isolieren konnte, war das Prisma {110} vorwiegend, die Pinakoide {100} und {010} fehlten oder waren äußerst klein. An anderen Krystallen waren sie indessen ziemlich groß. Nur an einem einzigen Krystalle wurde eine sehr schöne kleine Endfläche bemerkt, welche sich bei der Messung als {001} erwies. Seine Formen sind daher {100}, {010}, {001}, {110}.

Berechnet (Dana):	Gemessen:
(100):(001) = 74° 40' 9"	74° 42' sehr genaue Messung,
(001):(110) = 79 9½	79 30 ca., minder gut, da {110} schwach glänzend.

Außer der gewöhnlichen Spaltbarkeit nach dem Prisma fand sich an einigen Krystallen noch eine minder gute nach {100}.

Die Farbe ist schmutzig hellgrün; die Krystalle sind fast immer vollkommen undurchsichtig.

In den Dünnschliffen wird dieser Pyroxen fast völlig farblos und zeigt keinen Pleochroismus. In einigen wenigen, zu {010} parallelen Schnitten

ist auch eine Andeutung einer Teilbarkeit nach der Basis vorhanden. Zwillinge nach dem gewöhnlichen Gesetz; Zwillingssaxe senkrecht zu (100) sehr häufig.

Der Wert für $c:c$ schwankt zwischen 37° — 39° , ein zur Symmetrieebene genau paralleler Schliff lieferte 37° . Auf Grund dieser Auslöschungsschiefe ist es wahrscheinlich, daß der beschriebene Pyroxen zur Diopsidreihe gehört, um so mehr, als eine qualitative Prüfung gezeigt hat, daß er nicht stark eisenhaltig ist.

An pyritreichen Stellen des Syenits, welche Drusen mit Chabasit zeigen, finden sich, wenn auch nur spärlich, Pyroxenkryställchen. In einem Spalt eines Stückes mit weniger feiner Structur habe ich ein dunkelgrünes Kryställchen gefunden, welches nach der Verticalaxe etwa 2 mm Länge, in den zwei horizontalen Richtungen nur $\frac{1}{4}$ mm erreicht. In der Zone [004] habe ich die Formen {100}, {340}, {440}, {040} bestimmt. Mit Genauigkeit konnte nur der Winkel (100):(440) gemessen werden: $46^{\circ}20'$ ($46^{\circ}24'59''$ Dana). {040} ist vorherrschend, aber nur wenig glänzend, {100} sehr untergeordnet, {340} tritt nur mit sehr kleinen Flächen auf, welche nur angenäherte Messungen gestatten, die aber genügen, um das Symbol festzustellen.

An Endflächen fand sich nur {111}, welche ziemlich gute Messungen erlaubte und das Symbol festzustellen gestattete.

Dieser Krystall ähnelt den grünlichen, vulkanischen Augiten sehr; die Auslöschungsschiefen konnten der geringen Durchsichtigkeit wegen nicht bestimmt werden.

Wie schon anfangs bemerkt wurde, ist der Pyroxen im Syenit von Biella sehr selten und kommt in zweierlei Art vor, nämlich in dem schon beschriebenen Granatfels, oder im eigentlichen Syenit selbst. Im ersten Falle ist sein Ursprung der gleiche, wie jener des ihn enthaltenden Gesteins, also metamorphischer Art; im zweiten Falle ist er ursprünglich.

Wollastonit.

Der Wollastonit wurde nur im Granatfels gefunden. Er bildet mehr oder weniger lange, faserige Blättchen mit dem bekannten Glanz und Aussehen. Die Farbe ist weiß. An einigen kleinen isolierten Individuen wurde constatirt, daß sie Spaltbarkeit, besonders nach zwei Flächen besitzen, welche einen Winkel von etwa $95^{\circ}30'$ bilden ((004):(100) ist am Wollastonit nach vom Rath genau $95^{\circ}30'$). Die Dünnschliffe sind farblos; Ebene der optischen Axen parallel (040); $2E = 71^{\circ}$ ca. (rotes Glas).

Das Pulver gelatiniert mit Säuren.

Die Bildung des Wollastonits ist also auch auf metamorphische Wirkungen zurückzuführen.

Amphibol.

Cossa hat den Amphibol sowohl mikroskopisch, als auch chemisch untersucht. Er hat beobachtet, daß der Amphibol in Dünnschliffen des Gesteins eine hellgrüne Farbe und deutlichen Pleochroismus besitzt; er enthält Einschlüsse von Magnetit, Apatit und Titanit. Das spec. Gewicht bei $+ 22^{\circ}$ ist 3,157; die quantitative chemische Zusammensetzung ist:

SiO_2	46,22
TiO_2	1,08
Al_2O_3	8,12
Fe_2O_3	9,33
FeO	15,18
CaO	10,08
MgO	5,20
K_2O	1,23
Na_2O	2,46
Glühverlust	1,36
	<hr/> 100,26

Als Drusenmineral ist der Amphibol ziemlich häufig, deutliche Krystalle sind aber selten und meistens sehr klein. Die von mir beobachteten Formen sind folgende: $a\{100\}$, $b\{010\}$, $c\{001\}$, $m\{110\}$, $\delta\{430\}$, $n\{310\}$, $e\{430\}$, $z\{021\}$, $w\{101\}$, $t\{201\}$, $r\{111\}$, $i\{131\}$, $B\{132\}$ *. Letztere ist für den Amphibol neu.

Diese Formen vereinigen sich zu folgenden Combinationen: 1) bmr ; 2) mrt ; 3) $bmri$; 4) $abmx$; 5) $amer$; 6) $abmdw$; 7) $abmwtr$; 8) $bmetri$; 9) $bcmxri$; 10) $amnexrB$; 11) $abmntri$.

$\{100\}$ ist ziemlich selten und klein, $\{010\}$ fehlt fast niemals, bald ist es klein, bald etwas größer, nur selten vorherrschend. Eine in der Zone $[001]$ constante Form ist $\{110\}$. Die Prismen $\{430\}$ und $\{310\}$ sind selten und untergeordnet. Unter den Endflächen ist $\{111\}$ die häufigste mit ziemlich großen Flächen; auch $\{201\}$ ist häufig. $\{131\}$ besitzt Flächen von ganz wechselnder Größe. $\{101\}$ ist an einigen fast schwarzen Kryställchen, welche selbst weniger als 1 mm in der Richtung der Axe c messen, ziemlich gemein und groß entwickelt. Diese Form ist, obwohl seit langer Zeit bekannt, am Amphibol selten, und wurde nur an wenigen Fundorten beobachtet, z. B. Aranyer Berg, Nordmarken, Snarum, Russel, N. Y., usw. An den vorliegenden Krystallen gestattete sie nur annähernde Messungen, welche aber genügen, um das Symbol festzustellen:

$$\begin{array}{lcl} \{110\} : \{101\} = 75^{\circ}56' \text{ gem.} & 75^{\circ}37' 20'' \text{ ber.} \\ \{101\} : \{111\} & 15 \ 30 \quad - & 15 \ 46 \ 41 \quad - \end{array}$$

Die anderen Formen sind alle selten, es fand sich: $\{001\}$ mit kleinen Flächen nur an jenen Krystallen, welche $\{021\}$ zeigten; $\{021\}$ nur an wenigen Krystallen, aber mit ziemlich großen, gut meßbaren Flächen; $\{430\}$

sehr selten, nur an einem Krystalle, mit einer einzigen ziemlich großen Fläche. Dieses Prisma ist am Amphibol sehr selten; es wurde von G. Flink¹⁾ an den Krystallen Nordmarkens entdeckt:

$$(110):(430) = 60^{\circ} 24' \text{ gem. } 60^{\circ} 13' 12'' \text{ ber.}$$

Beachtenswert ist die neue, positive Hemipyramide $\{132\}$, welche ich mit einer einzigen, kleinen, aber sehr glänzenden Fläche an einem der $\{021\}$ zeigenden, sehr unregelmäßig entwickelten Krystalle fand. Das Symbol dieser Form folgt aus der Zone $[021:110]$, in welcher sie liegt, und aus folgenden Winkeln:

$$\begin{array}{lll} (021):(132) = 150^{\circ} 44' \text{ gem. } & 150^{\circ} 8' 3'' \text{ ber.} \\ (110):(132) & 79 \text{ } 38 \text{ } - & 79 \text{ } 45 \text{ } 33 \text{ } - \end{array}$$

Die an dem Amphibol der Drusen beobachteten Combinationen (die wichtigsten sind in Fig. 5—13, Taf. VII dargestellt) verleihen ihm einen zweifellos besonderen Habitus, wie er am Amphibol von anderen Fundorten sehr selten vorkommt. In bezug auf Habitus und Krystallformen sind ihm am ähnlichsten die Krystalle des Kirchspiels Snarum, welche C. W. Brögger und H. Reusch²⁾ 1875 beschrieben haben. Sie zeigen ebenfalls $\{111\}$ und $\{201\}$ als Endflächen, zu welchen noch oft $\{131\}$ tritt, sowie auch $\{001\}$ und $\{101\}$.

Noch wichtiger ist der ganz unsymmetrische Habitus der von mir untersuchten Krystalle. Wie aus den Figuren ersichtlich, hat $\{100\}$ meistens nur eine Fläche; die zwei Flächen von $\{010\}$ sind fast immer verschieden groß, während die vier Flächen von $\{110\}$ fast immer vollkommen gleich entwickelt sind. $\{111\}$ zeigt nur ganz selten die beiden an demselben Ende der Axe c liegenden Flächen gleich groß, oft ist nur eine davon vorhanden. Das Gleiche ist für $\{131\}$ der Fall.

Besondere Erwähnung verdient der in den Fig. 5 und 6 dargestellte Krystall. Er wurde in einer kleinen Druse mit grünem Amphibol und Turmalin, an einer Stelle, wo das Gestein sehr titanitreich und der Amphibol an wenigen Stellen concentrirt war, gefunden. Der Krystall ist von fast schwarzer, auf den Spaltungsflächen dunkelgrüner Farbe. Er ist an beiden Enden der Axe c ausgebildet, was eine große Seltenheit für den Amphibol unseres Fundortes bildet. Während er an einem Ende die Formen $\{201\}$ und $\{111\}$ (letztere sehr groß) zeigt, finden sich am anderen die Hemipyramiden $\{131\}$ und $\{111\}$, und zwar erstere vorherrschend.

Nur sehr wenige Krystalle lieferten genaue Messungen, außerdem schwanken einige Winkel stark von Krystall zu Krystall. Andere Winkel

1) Mineralogiska Notiser N. R. Bihang till K. Sv. Vetenskap Akad. Handling. Stockholm 1888, 18, II, Nr. 7. Ausz. diese Zeitschr. 15, 90.

2) Zeitschr. d. d. geol. Ges. 1875, 27, 680.

wieder besitzen an allen untersuchten Krystallen einen fast constanten Wert, und mit diesen habe ich die Constanten des Amphibols der Drusen berechnet.

$$a : b : c = 0,54504 : 1 : 0,29439; \beta = 75^{\circ} 4' 13''.$$

Kanten:	Grenzen der Mess.:	Zahl:	Mittel:	Berechnet:	Untersch.:
(110) : (1 $\bar{1}$ 0) =	55° 27' — 55° 36'	5	55° 32' 36"	55° 32' 38"	—0' 2"
(010) : (110)	—	4	62 13 30	62 13 41	—0 11
($\bar{1}$ 10) : ($\bar{1}$ 11)	—	4	68 37 30	68 33 7	4 23
(110) : (1 $\bar{1}$ $\bar{1}$)	83 33 — 83 33½	3	83 33 15	83 33 10	0 5
($\bar{1}$ $\bar{1}$ 1) : ($\bar{1}$ $\bar{1}$ 1)	34 32½ — 34 34	2	34 33 15	34 33 22	—0 7
(010) : ($\bar{1}$ 11)	74 13 — 74 14	5	74 13 20	74 13 19	0 1
(010) : ($\bar{1}$ 31)	—	4	49 44	49 42 46	1 14
($\bar{2}$ 01) : ($\bar{1}$ 11)	—	4	28 30	28 33 22	—3 22
					$\Sigma = 9' 25''$
					$\epsilon = 4 11$

Das von mir berechnete Axenverhältnis ist von jenem Nordenskiölds, welches in fast allen Handbüchern für den Amphibol im allgemeinen angenommen worden ist, verschieden. Daß die geometrischen Constanten von Localität zu Localität wechseln, schien ziemlich natürlich, wenn man die Veränderlichkeit der an Sesquioxiden reichen Amphibole bedenkt, aber es scheint, daß das Vorkommen und die wahrscheinliche Entstehung auf die Constanten mehr als die chemische Zusammensetzung einwirken. Und wir werden Gelegenheit haben, dies auch später zu bemerken. Nach den Untersuchungen von A. Arzruni¹⁾, A. Franzenau²⁾ und Verf.³⁾ kommt den Amphibolen von vulkanischen Fundorten ein Axenverhältnis zu, welches verschieden ist von jenem, das die Amphibole von fast gleicher Zusammensetzung, aber aus den alten Gesteinen oder aus den metamorphischen Kalken zeigen.

Die geometrischen Constanten des Amphibols im Syenit von Biella sind von jenen aller anderen bis jetzt untersuchten Amphibole stark verschieden, wie aus folgender Zusammenstellung hervorgeht⁴⁾:

$a : b : c = 0,54826 : 1 : 0,29377; \beta = 75^{\circ} 2'$	N. Nordenskiöld.
0,54556 : 1 : 0,29353	74 48½ A. Arzruni, Ponza.
0,54812 : 1 : 0,29455	74 39 7" A. Franzenau, Aranyer Berg.
0,54452 : 1 : 0,28857	74 48½ G. Flink, Nordmarken.

1) Krystallographische Untersuchungen an sublimierten Titanit und Amphibol. Sitzungsber. d. kgl. Akad. d. Wiss. 1882. Ausz. diese Zeitschr. 8, 296.

2) Krystallographische und optische Untersuchungen am Amphibol des Aranyer Berges. Diese Zeitschr. 1884, 8, 568.

3) Amphibol von Cappuccini di Albano. Diese Zeitschr. 1903, 87, 369.

4) Für die betreffenden Literaturangaben siehe meine eben citierte Arbeit.

$a : b : c = 0,5499 : 1 : 0,2854$	$\beta = 75^{\circ} 46'$	G. Flink, Långban.
0,5476 : 1 : 0,2928	74 46	P. Franco, Montesanto.
0,5422 : 1 : 0,2934	75 24	A. Osann, Granatilla.
0,55054 : 1 : 0,29470	74 35 24"	F. Zambonini, Albano.
0,54504 : 1 : 0,29439	75 4 43	- Syenit von Biella.

Die Dimensionen der Krystalle sind meistens sehr klein, sie betragen etwa 2—3 mm in der *c*-Axe; doch gibt es auch größere, einer maß sogar $7\frac{1}{2}$ mm. Alle Krystalle sind nach der Verticalaxe verlängert.

Die kleinen frischen und glänzenden Kryställchen der Drusen haben gewöhnlich grünschwarze Farbe, seltener sind solche von hellerer grüner Farbe, welche meistens auch größere Dimensionen haben. Auf den Spaltungsflächen ist die Farbe fast immer heller als auf den natürlichen Flächen. Der Amphibol des Gesteins besitzt eine dunkelgrüne Farbe, welche viel heller als jener der Kryställchen der Drusen ist. Die idiomorphen oder hypidiomorphen Krystalle, welche man im Gesteine manchmal findet, haben, wenigstens in den meisten Fällen, eine dunkle Farbe.

In den Dünnschliffen werden die Krystalle mit einer schönen dunkelgrünen Tinte durchsichtig; der Pleochroismus ist stark:

a = hellgelblichgrün,
b = hellgrün,
c = blaugrün.

Auf (010) erreicht *c* : *c* Werte, welche um 36° schwanken, aber selbst 39° erreichen; auf (110) ist *c* : *c* etwa 48° (drei Bestimmungen lieferten $47^{\circ} 30'$, $47^{\circ} 50'$, 48°). Die untersuchten Krystalle waren oberflächlich von schwarzgrüner Farbe und von großen Titanitkrystallen begleitet. Diese hohe Auslöschungsschiefe verleiht dem Amphibol der Drusen ein gewisses Interesse, weil Amphibole mit so großen Werten ganz selten vorkommen.

An Einschlüssen sind die Krystalle der Drusen, wenigstens die von mir untersuchten, sehr arm. Während der Amphibol des Gesteins fast immer reich ist an Magnetiteinschlüssen, welche in deutlichen, bisweilen großen, meistens oktaëdrischen Krystallen vorkommen, enthalten die Krystalle der Drusen nur selten Magnetit in sehr kleinen Individuen. Außer diesem beobachtet man manchmal sehr kleine Titanit- und Oligoklaskrystalle und bisweilen Apatit(?).

Nach dem Befund der Dünnschliffe zu urteilen, scheint es, daß der Magnetit in größerer Menge im veränderten als im frischen Amphibol vorkommt. Es ist daher wahrscheinlich, daß diese beträchtlicheren Magnetitmengen wenigstens zum Teil aus der Umwandlung des Amphibol entstehen. Steenstrup und W. C. Brögger¹⁾ haben ebenso, obwohl ziemlich selten,

¹⁾ In Brögger a. a. O. siehe S. 406.

eine solche Magnetitbildung bei der Umwandlung des Arfvedsonit von Grönland beobachtet.

Auf Grund der Analyse Cossas hat der Amphibol des Syenits von Biella eine sehr eigentümliche Zusammensetzung. Vergleicht man diese Analyse mit den zahlreichen, welche sich in Hintzes Handbuch finden, so ist leicht zu ersehen, daß nur jene, welche G. Flink am Diastatit von Nordmarken ausgeführt hat, ihr nahe steht. Vor allem bemerkenswert ist der kleine Magnesiumgehalt und die ziemlich große Menge Eisenoxyd neben viel Aluminiumoxyd.

Aus der Analyse von Cossa geht hervor, daß der Amphibol des Syenits von Biella die für nur Metasilicate und Metatitanate nötige Menge Säuren nicht enthält und daher zum großen Teil aus basischen Verbindungen zusammengesetzt sein muß. Eine genaue Berechnung der Analyse ist nicht möglich, um so mehr, als es erlaubt ist, an der Reinheit des von Cossa angewandten Materials Zweifel zu hegen. Er erwähnt, daß der Amphibol des Gesteins viel Magnetit enthält, der mit dem Magneten nicht vollkommen entfernt werden kann, ferner daß man aus den Resultaten der Einwirkung von Salzsäure auf das Mineral nicht seine Menge berechnen kann, weil auch der Amphibol etwas zersetzt wird. Darnach scheint es sehr wahrscheinlich, daß das analysierte Material noch durch etwas Magnetit verunreinigt war, ferner läßt der ziemlich hohe Wassergehalt (1,36 %) schließen, daß es auch schon etwas verändert war.

Ich habe daher geglaubt, daß eine Analyse der frischen, vollkommen unveränderten Krystalle der Drusen, welche, wie die mikroskopische Prüfung erwies, nur Magnetit in so geringer Menge enthalten, daß die Resultate der Analyse keineswegs beeinflußt werden können, nicht nutzlos wäre. Ich wandte dunkelgrüne Krystalle an; ihr Pulver war grünlichgrau und wurde nach der Erhitzung hellkastanienbraun.

Das Wasser wurde direct bestimmt, das Eisenoxydul durch Zersetzung in geschlossenem Rohre mit Schwefelsäure und etwas Fluorwasserstoffsäure, wie G. Forsberg¹⁾ bei der Analyse des Änigmatit von Grönland verfuhr. Um Titan, Eisen und Aluminium zu trennen, wurde die Goochsche Methode angewandt.

Die erhaltenen Resultate sind auf S. 236 oben angegeben.

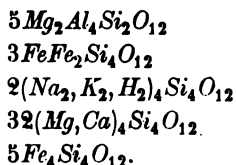
Meine Analyse ist von jener Cossas merklich verschieden. Der Unterschied kann nun dadurch bedingt sein, daß die Zusammensetzung des Amphibols der Drusen verschieden ist von jener des gesteinsbildenden, oder dadurch, daß das von Cossa untersuchte Material etwas zersetzt und durch Magnetit verunreinigt war. Die Differenzen sind aber so groß, daß die erste Annahme als fast sicher zu betrachten ist. Ferner muß ich erwähnen,

¹⁾ In Brügger a. a. O. S. 428.

SiO_2	54,32
TiO_2	0,84
Al_2O_3	6,11
Fe_2O_3	3,28
FeO	7,39
MnO	Spur
CaO	13,59
MgO	16,17
K_2O	0,36
Na_2O	0,94
H_2O	0,30 direct bestimmt
	<hr/> 100,27

daß zahlreiche qualitative Prüfungen mich überzeugt haben, daß die chemische Zusammensetzung des Amphibol des Syenits von Biella etwas schwankend ist, so daß auch meine Analyse nur jene von einer der existierenden Varietäten darstellt.

Meine Analyse kann sehr gut unter Zugrundelegung der Verbindungen, welche Viele im Amphibol annehmen, berechnet werden. Aus ihr folgt die Formel:



Wie bekannt, hat R. Scharitzer vorgeschlagen, den Amphibol als eine Mischung der zwei Verbindungen $\text{Ca}(\text{Mg}, \text{Fe})_3\text{Si}_4\text{O}_{12}$ und $(\overset{\text{I}}{\text{R}}_2, \overset{\text{II}}{\text{R}})_3\overset{\text{III}}{\text{R}}_2\text{Si}_3\text{O}_{12}$ zu betrachten. Aber diese Hypothese, welche wenig Anklang fand, gilt für den Amphibol des Syenits von Biella nicht, weil er zu sauer ist.

Der analysierte Amphibol zeigt eine große Ähnlichkeit mit jenem aus einem Quarzamphiboldiorit von Californien, welche H. W. Turner¹⁾ beschrieben hat.

In seiner Arbeit über die Mineralien der Augitsyenite des südlichen Norwegens hat W. C. Brögger bei Gelegenheit der Beschreibung des Änigmatit die Meinung geäußert, daß der Winkel β für die Mineralien der Hornblendegruppe mit dem Gehalt an Mangan- und Eisenoxiden zunimmt. Diese Hypothese unterstützt er mit folgenden Betrachtungen. Der Grammatit von Nordmarken mit 2,95% FeO hat $\beta = 74^\circ 48\frac{1}{2}'$ (Flink); an der dunkeln, eisenhaltigen Hornblende wäre $\beta = 75^\circ 2'$ (nach Des Cloizeaux); im Arfvedsonit mit 33,41% FeO , 0,45 MnO , 3,80 Fe_2O_3 (Lorenzen) ist $\beta = 75^\circ 44\frac{1}{2}'$; der Änigmatit mit 35,88% FeO , 1,00 MnO , 5,81 Fe_2O_3 (Forsberg) zeigt $\beta = 77^\circ 47'$ (nach Förstner).

1) Am. Journ. of Sc. 1898 (4), 5, 424. Ref. diese Zeitschr. 32, 594.

Aber schon zur Zeit der Arbeit Bröggers waren Constanten bekannt, welche mit seiner Meinung nicht übereinstimmten. A. Franzenau (a. a. O.) hatte auf Grund von genauen Messungen am Amphibol des Aranyer Berges $\beta = 74^{\circ} 39' 7''$ gefunden, und obwohl dieser Amphibol nicht analysiert wurde, ist es doch sicher, daß er mehr Eisen als 2,95 enthält, welches diejenige Menge ist, welche Flink am Grammatit von Nordmarken fand, der für β einen noch größeren Wert gibt. Die Zahl der Beobachtungen hat sich seitdem vermehrt, und ich habe versucht zu prüfen, ob die Hypothese Bröggers über die morphotropische Wirkung des Eisens in den Mineralien der Amphibolgruppe haltbar ist, um so mehr, als ich selbst an einem schwarzen, zweifellos an Eisen reichen Amphibol des Albaner Gebirges für β einen Wert gefunden habe, welcher noch kleiner ist als jener von Franzenau. Ich habe das gesamte Eisen dieses Amphibols bestimmt und mich versichert, daß Mangan nur in unbeträchtlicher Menge anwesend war.

In der folgenden Tabelle habe ich die wichtigsten Daten, welche ich gefunden habe, zusammengestellt.

$\beta = 74^{\circ} 35' 24''$ Amphibol von Cappuccini

di Albano (F. Zambonini) $FeO + Fe_2O_3$ ca. 18,0%

74 38 32 Albano vom Vesuv (G.

vom Rath)¹⁾

Fe_2O_3 44,70

74 48 30 Albano von Nordmarken

(G. Flink)

FeO 2,95

75 4 43 Albano des Syenits von

Biella (Zambonini)

FeO 7,39, Fe_2O_3 3,28

75 44 30 Arfvedsonit (Brögger)

FeO 33,44, MnO 0,45, Fe_2O_3 3,80

75 46 Richterit²⁾

FeO 2,80, MnO 5,09, Fe_2O_3 4,77

77 47 Änigmatit (Förstner)

FeO 35,88, MnO 1, Fe_2O_3 4,84.

Aus dieser Tabelle geht klar hervor, daß die Hypothese Bröggers nicht durch die Tatsachen begründet wird. Es sind besonders die vulkanischen Amphibole, welche mit ihr nicht im Einklang stehen. Und dies bestätigt das, was ich schon oben gesagt habe, daß die Entstehungsweise und das Vorkommen einen großen Einfluß auf die geometrischen Constanten der Mineralien der Amphibolgruppe, wie auch auf die des Titanit ausüben. Wenn wir ferner die von verschiedenen Forschern für den Winkel (110): (170) am gewöhnlichen Amphibol, am Arfvedsonit und am Glauko-

1) Krystalle in einem Auswürflinge von 1822 gefunden (Pogg. Ann. 1873, Erg.-Bd. 6, 234). Der Winkel β wurde aus den Winkeln $mm = 55^{\circ} 35'$ und $mr + cr = cm = 103^{\circ} 33'$ berechnet.

2) Brögger meint, daß das Mangan eine viel stärkere morphotropische Wirkung als das Eisen besitzt, so daß es nach ihm möglich ist zu erklären, wie der Richterit mit einem kleinen Eisengehalt für β einen ziemlich großen Wert liefert.

phan erhaltenen Werte vergleichen, so ist ohne weiteres leicht einzusehen, daß die bloße Heranziehung der Eisen- und Manganoxyde nicht die beobachteten Schwankungen erklären kann.

Der Amphibol ist in den Drusen des Syenits von Biella ein häufiges Mineral, kommt aber nur selten gut krystallisiert vor. Die schönsten, aber sehr kleinen Krystalle finden sich in den schon beschriebenen apatitführenden Drusen neben Titanit in sehr schönen Krystallen, Epidot, Plagioklas, etwas Turmalin und Apatit in ziemlich großen, oder auch fast mikroskopischen Krystallen. Der Amphibol bildet in diesen Drusen aus sehr kleinen Kryställchen bestehende Gruppen, aus welchen sehr schöne, glänzende, undurchsichtige, fast schwarze Krystalle hervorrage. Kleine Krystalle finden sich in Drusen, wie die eben beschriebenen, reich an Amphibol und Plagioklas, mit Epidot- und Quarzkrystallen, aber ohne Apatit, wenigstens in sichtbaren Krystallen. Seltener kommen Kryställchen in den Quarz- und Plagioklasdrusen, sowie in jenen, welche Orthoklas, Plagioklas und Quarz enthalten, vor. Merkwürdig sind kleine Drusen, fast völlig erfüllt von Amphibol in guten, glänzenden, schwarzen Krystallen und begleitet von Oligoklas, Quarz, rosenrotem Orthoklas und Titanit. Auch diese schwarzen Krystalle zeigen auf den Spaltungsflächen eine hellere grüne Farbe, als jene des ganzen Krystalles ist, genau wie es bei den Kryställchen der schon erwähnten Drusen der Fall ist. In allen diesen Drusen ist der Amphibol jünger als der Oligoklas, wie die Oligoklaseinschlüsse beweisen, welche bisweilen in den größeren Amphibolkrystallen vorkommen. Diese Plagioklaskryställchen sind weiß, undurchsichtig und zeigen die Formen {010}, {001}, {110}, {110}; sie sind etwas nach {010} tafelförmig und erreichen selbst 3 mm in ihrer größten Ausdehnung.

Ein eigentümliches Vorkommen zeigen die grünschwarzen, glänzenden Krystalle, deren Größe oft unter 1 mm sinkt, die einzigen, an welchen {101} vorherrscht. Sie erfüllen sehr kleine Hohlräume von 3—4 mm Durchmesser, welche sich an solchen Stellen finden, wo das Gestein von bläulichgrauer Farbe, sehr reich an Pyrit und Magnetit und von so feiner Structur ist, daß die Bestandteile des gewöhnlichen Biotitsyenits selbst mit der Lupe schwer erkennbar sind. Hier ist der Amphibol eine recente Bildung und wird von Calcit und Magnetit begleitet.

Merkwürdig sind auch Kryställchen, welche in Begleitung von Titanit und Epidot in kleinen Hohlräumen oder Spalten zwischen Oligoklaskrystallen auftreten, an Punkten, wo der Syenit ausschließlich aus Oligoklas und Amphibol und viel Titanit¹⁾ besteht. Die Amphibolkryställchen sind klein, stark glänzend, fast schwarz und zeigen die Combination {100} {010} {110} {111}

1) Außer den gewöhnlichen accessorischen Bestandteilen.

oder {100} {110} {130} {111} ¹⁾. {010} ist, wenn es auftritt, stets groß entwickelt. Meist sind sie nach allen drei Dimensionen fast gleich entwickelt; in Spalten zwischen Oligoklaskrystallen kommen auch nach c verlängerte vor.

Endlich sind noch einige Drusen zu erwähnen, erfüllt von dunkelgrünem Amphibol in großen Individuen und begleitet von oberflächlich limonitisierten großen Pyritwürfeln.

Schöne idiomorphe oder hypidiomorphe, grüne, wenig glänzende und andere, fast schwarze, sehr glänzende Krystalle, welche bis 15 mm lang werden und vollkommener sind als die der Drusen, finden sich zuweilen im Gesteine selbst, sind aber ziemlich selten.

Der Amphibol unseres Syenits ist ziemlich leicht veränderlich und wandelt sich in eine zerbrechliche, glanzlose Masse um. Bei der Umwandlung bildet sich Calcit, Limonit, verschiedene Eisenhydroxyde und Magnetit. Die vollständigste Umwandlung ist jene in ein chloritisches Material, welche ziemlich verbreitet ist, so daß an einigen Stellen des Gesteins fast alle früheren Amphibole in ein Aggregat graulichgrünen Chlorits, gemengt mit feinen Epidotnadelchen, übergegangen sind. In einer Druse war der ursprüngliche Amphibol in ein Netzwerk von mehr oder weniger großen Chloritblättchen und hellgelblichen Epidot umgewandelt.

Titanit.

Der beträchtliche Titanitgehalt dieses Syenits wurde 1840 von A. Sismonda festgestellt, welcher aus diesem Grunde den Namen »sienite sfenica« für das Gestein vorschlug. Cossa isolierte aus dem Syenit schöne Kryställchen, welche er aber nicht für die chemische Analyse verwandte, sondern für eine krystallographische Untersuchung zurücklegte. In Gesteinsdünnschliffen fand er nur Zwillingskrystalle, beobachtete aber keinen Pleochroismus, vielleicht weil die Schliffe zu dünn waren. In einer späteren Notiz machte Cossa auf die Anwesenheit von 2,30 % Yttrium- und Cer-oxiden in diesem Titanit aufmerksam. Eine angekündigte weitere Publication ist nicht erschienen.

Diese Feststellung Cossas war deshalb interessant, weil dadurch die beschränkte Zahl der seltene Metalle enthaltenden Titanite vermehrt wurde. Das yttriumreichste und längstbekannte Mineral dieser Gruppe ist der Keilhaut. Später fand Groth ²⁾ im Titanit des Plauenschen Grundes sehr kleine Mengen Yttrium und späterhin Schmöger ³⁾ im Titanit von Waldheim. Blomstrand ⁴⁾ fand ein anderes Glied dieser Gruppe, den Alshedit.

1) Viel seltener die gewöhnliche Combination mit {201}.

2) Über den Titanit im Syenit des Plauenschen Grundes. Neues Jahrb. f. Min. Geol. usw. 1866, 44.

3) Zeitschr. d. d. geol. Ges. 1875, 27, 205.

4) Titanater från Småland. Denksk. Kongl. physiogr. Förenig. i Lund 1878. Ref., diese Zeitschr. 4, 524.

Sehr merkwürdig ist ferner der von Brögger¹⁾ beschriebene Eukolit-Titanit, welcher nach den Analysen von G. Lindström 2,04 Ce_2O_3 und 0,46 Y_2O_3 enthält und, wie Brögger bemerkt, der einzige ist, bei welchem Cer über Yttrium vorherrscht.

Cossa hielt deshalb mit vollem Rechte die krystallographische Untersuchung des Titanits aus dem Syenit von Biella für sehr wichtig, weil dieses das erste Vorkommen ist, welches gute Krystalle von yttriumhaltigem Titanit liefert. Alle derartigen Titanite sind in der Tat vom krystallographischen Standpunkte nur unvollkommen bekannt. Vom Keilhaut sind nur unvollständige Krystalle bekannt, welche keine genaueren Messungen gestatten; der Grothit lieferte Krystalle, welche die Constanten nicht berechnen lassen, und vom Alshedit endlich ist nur bekannt, daß sein Axenverhältnis mit jenem des gewöhnlichen Titanits nicht übereinstimmt. Besser bekannt ist der Eukolit-Titanit, Brögger konnte an den Krystallen dieser Varietät einige Messungen, besonders des Winkels $(110):(1\bar{1}0)$, ausführen; aus seinen Messungen geht eine schwache Abweichung von den von Des Cloizeaux berechneten Constanten des gewöhnlichen Titanits hervor. V. Hackman²⁾ und K. v. Kraatz-Koschlau³⁾ publicierten einige Messungen an den Titaniten der Eläolithsyenite von der Halbinsel Kola und der Serra de Monchique; der Unterschied derselben von den Angaben Des Cloizeaux's ist größer, als bei den Messungen Bröggers.

An den zahlreichen Krystallen des Syenits von Biella, welche ich untersucht habe, wurden folgende Formen festgestellt: $c(y)\{001\}$, $a(P)\{100\}$, $m(r)\{110\}$, $S\{205\}$, $x\{102\}$, $v\{101\}$, $n\{111\}$, $t\{111\}$, $w\{221\}$, $l\{112\}$ (Aufstellung von Des Cloizeaux).

Diese Formen bilden folgende Combinationen: 1) nx ; 2) can ; 3) $caxn$; 4) $camn$; 5) $camnl$; 6) $camxn$; 7) $camSn$; 8) $camntl$; 9) $camxnl$; 10) $camvnwl$.

Am häufigsten ist die gewöhnliche Combination der Titanite aus den Syeniten, nämlich $\{001\}$, $\{100\}\{111\}$; sehr häufig auch, besonders unter den gelblichbraunen undurchsichtigen Krystallen, welche die Mehrzahl bilden, die Combination $\{001\}\{100\}\{102\}\{111\}$. Alle anderen Combinationen sind diesen beiden gegenüber sehr selten und wurden besonders an den mehr oder weniger durchsichtigen, weinroten oder gelben Krystallen gefunden, welche fast ausschließlich den Drusen eigen sind. Die Combination 4, welche sonst an Titaniten der Syenite und auch an jenen des Plauenschen Grundes sehr häufig ist, fand ich hier nur selten, wenige Male an durchsichtigen Krystallen und noch seltener an jenen der gewöhnlichen gelblichbraunen Varietät.

1) a. a. O. S. 544.

2) W. Ramsay und V. Hackman, das Nephelinsyenitgebiet auf der Halbinsel Kola. Fennia 11, 446.

3) K. von Kraatz-Koschlau und V. Hackman, der Eläolithsyenit der Serra de Monchique, seine Gang- und Contactgesteine. Tscherm. min. u. petr. Mitt. 1897, 16, 244.

Die bemerkenswertesten Combinationen sind in den Fig. 14—19 (Taf. VII und VIII) dargestellt.

Was die Formen anbelangt, so ist {100} und {001} sehr häufig, von ganz wechselnder Größe; die Flächen sind oft wenig eben. {111} ist an den meisten Krystallen vorherrschend. Ihre Flächen sind selten eben und regelmäßig entwickelt. Ein dunkelweingelber, glänzender Krystall der gewöhnlichen Combination {001} {100} {111} zeigt {111} nur mit drei Flächen, eine größer als die übrigen. Nur an wenigen Krystallen treten die Flächen von {111} zurück, vor allem gegenüber {102}, nur einmal gegenüber {112}. {102} ist ziemlich häufig, bald klein, bald sehr groß (letzteres der seltenere Fall), aber immer sehr unregelmäßig entwickelt. {110} ist ziemlich gemein, aber immer nur sehr untergeordnet. {221} ist sehr selten, aber von guter Flächenbeschaffenheit. {112} ist unter den seltenen und untergeordneten Formen die relativ häufigste, bald größer oder kleiner ausgebildet. {111} sowie {101} sind am seltensten an unserem Fundorte. Dies kann eine gewisse Wichtigkeit haben, weil {111} gewöhnlich häufiger als {112} ist, und an vielen Fundorten {111} häufig vorkommt, während {112} völlig fehlt. {205} wurde nur an einem braunen Krystalle beobachtet. Sie ersetzte {102} und lieferte eine genaue Messung:

$$(001):(205) = 18^{\circ}18' \text{ gem. } 18^{\circ}22' \text{ ber. Des Cloizeaux.}$$

Es wäre zweifellos wichtig gewesen, festzustellen, ob {102} auch an anderen Krystallen durch {205} ersetzt ist, aber bald ist {h0l}, bald die Basis oder auch beide nicht genau meßbar. Das Hemidoma {205} wurde, wie bekannt, von Des Cloizeaux am Grenovit von St. Marcel entdeckt.

Der Habitus des Titanits von Biella ist sehr wechselnd. Häufig sind Krystalle des gewöhnlichen Syenithabitus, welche nach der Kante [111:111] etwas verlängert sind, noch häufiger jene, an welchen diese Richtung und jene der Axe *b* gleich stark entwickelt sind. Man findet auch Krystalle, welche nach letzterer Richtung vorherrschend ausgebildet sind. Dies gilt für die gewöhnlichen Krystalle, welche immer {111} vorherrschend und die Basis und {100} gut entwickelt zeigen. Sehr selten sind nach {102} tafelförmige Krystalle, wie der in Fig. 17, Taf. VIII dargestellte, welcher die ungewöhnliche Combination {102} {111} mit vorherrschendem {102} zeigt.

In seiner Krystallform stimmt der Titanit von Biella mit jenem des Plauenschen Grundes und von Alsheda vollkommen überein. Die von Groth hauptsächlich erwähnten Formen {100}, {001}, {111}, {110}, {102} sind auch die verbreitetsten bei unserem Titanit, ebenso die von Topsøe für die Krystalle von Alsheda angegebenen {100}, {110}, {111}, {112}, {102}.

Cossa hat, wie schon bemerkt, in den Dünnschliffen des Gesteins nur Zwillingskrystalle von Titanit beobachtet; nach meinen Beobachtungen an verschiedenen Dünnschliffen des Gesteins sowie an aus demselben isolierten Krystallen und solchen aus den Drusen sind Zwillinge nach {100} ganz selten;

häufiger sind dagegen parallele Anwachsungen an nach $[111:1\bar{1}1]$ etwas verlängerte Kryställchen, welche in einigen Proben gefunden wurden.

Obwohl die meisten Krystalle zu genauen Messungen untauglich sind, habe ich doch eine Anzahl gefunden, welche sehr genaue Messungen lieferten.

Auf Grund der Messungen von Marignac (berechnet von Des Cloizeaux) und von Jeremejew¹⁾ kann man annehmen, daß die Titanite der alten eruptiven und der metamorphischen Gesteine ganz constantes Axenverhältnis haben. Aus den von mir ausgeführten Messungen ergibt sich aber, daß der Titanit des Syenits von Biella sicher sehr abweichende Constanten besitzt und alle wichtigsten Winkel von jenen aus dem von Des Cloizeaux oder Jeremejew angegebenen Axenverhältnis berechneten merklich verschieden sind, wie die folgende Tabellen zeigen.

Es scheint ferner, daß den braunen Krystallen ein Axenverhältnis zukommt, welches von jenem der weinroten und weingelben Krystalle etwas verschieden ist. Mit völliger Sicherheit kann dies aber nicht behauptet werden, weil die Zahl der genau gemessenen Winkel verhältnismäßig klein ist (10 an den braunen und 30 an den anderen Krystallen) und weil ferner einige dieser Winkel etwas schwankend und die Differenzen zwischen den Constanten der zwei Varietäten sehr klein sind.

Die braunen, häufigsten Krystalle eignen sich zu genauen Messungen sehr wenig; unter den zahlreichen untersuchten habe ich nur vier gefunden, welche einige Winkel genau zu bestimmen gestatten. Aus ihnen wurde das folgende Axenverhältnis berechnet:

$$a : b : c = 0,74620 : 1 : 0,84667; \quad \beta = 60^\circ 42'.$$

Kanten:	Grenzen der Mess.:	Zahl:	Mittel:	Berechnet:	Diff.:
100):(001)	= 60°40'—60°44'	22)	60°42'	60°42'	0' 0"
: (111)	34 55—34 59	22)	34 57	34 52 17"	4 43
(004):(111)	38 43—38 45	22)	38 44	38 9 5	4 55
(111):(1 $\bar{1}$ 1)	43 20—43 24	42)	43 24 $\frac{3}{4}$	43 24 44	0 4
					$\Sigma = 9' 39''$
					$\epsilon = 2 25$

Diese Constanten unterscheiden sich von jenen von Des Cloizeaux und Jeremejew sehr:

$$a : b : c = 0,75467 : 1 : 0,85429; \quad \beta = 60^\circ 17' \text{ Des Cloizeaux,} \\ 0,7546949 : 1 : 0,8538292; \quad \beta = 60^\circ 17' \text{ Jeremejew.}$$

Nach dem Axenverhältnisse Des Cloizeauxs haben die oben mitgeteilten Winkel folgende Werte:

$$\begin{array}{ll} (100):(001) = 60^\circ 17' & (001):(111) = 38^\circ 46' \\ : (111) & 35 \quad 4 & (111):(1\bar{1}1) & 43 \quad 48 \end{array}$$

1) Verh. kais. russ. miner. Ges. 4884 (2), 16, 254. Ref. diese Zeitschr. 5, 499.

2) An verschiedenen Krystallen erhalten.

Die durchsichtigen, weinroten, dunkel- und hellgelben usw. Krystalle haben genauere Messungen zahlreicher verschiedener Winkel gestattet, so daß es möglich war, eine Controlle der auf Grund der drei besten Winkel berechneten Constanten zu erhalten. Diese Constanten sind:

$$a : b : c = 0,74605 : 1 : 0,85085; \quad \beta = 60^{\circ} 41' 30''.$$

Kanten:	Grenzen der Mess.:	Zahl:	Mittel:	Berechnet:	Diff.:
(100) : (110) =	—	1	32° 55'	32° 55'	0' 0"
(001) : (100)	60° 9' — 60° 14'	2	60 11 30"	60 11 30"	0 0
(100) : (102)	—	1	39 7	39 6 34	0 26
(001) : (101)	—	1	66 17	66 21 52	—4 52
(111) : (111)	—	1	43 24	43 26 30	—2 30
(100) : (111)	—	1	34 53	34 49 36	3 24
(001) : (111)	38 3 — 38 25	4	38 44 30	38 44 9	0 21
(001) : (110)	65 13 — 65 25	2	65 19	65 20 10	—1 10
(001) : (221)	—	1	93 1	93 6 11	—5 11
(001) : (112)	40 39 — 40 44	2	40 41 30	40 44 45	—3 15
(110) : (111)	27 4 — 27 10	3	27 6	27 6 1	—0 1
(110) : (221)	—	1	21 34	21 33 39	0 21
(110) : (112)	73 54 — 74 0	3	73 56 20	73 55 5	1 15
(110) : (111)	—	1	43 58	43 59 35	1 35
(112) : (221)	—	1	52 17	52 21 26	—4 26
(111) : (221)	—	1	48 38 30	48 39 40	—1 10
(111) : (112)	78 50 — 79 5	3	78 58	78 58 54	—0 54
(111) : (111)	—	1	71 8	71 5 36	2 24
					$\Sigma = 33' 15''$
					$\epsilon = 1 51$

Der Titanit des Syenits von Biella zeigt eine ziemlich deutliche Spaltbarkeit nach {111}. Viel seltener ist das Vorhandensein von Trennungsebenen nach {221}, welche besonders häufig an den großen Körnern ohne regelmäßige äußere Form auftritt. Auch einige kleinere krystallinische Massen zeigten Trennbarkeit nach einer der Flächen von {221}; nach der anderen ist sie viel undeutlicher und uneben. Auch Brögger hat dieselbe Erscheinung an einigen Eukolit-Titanitkrystallen beobachtet, aber sie hängt nicht vom asymmetrischen Charakter der Krystalle ab, wie die optische Untersuchung bewies. Auch Grothit und Alshedit zeigen die Trennungsebenen nach {221}.

Die Dimensionen der Krystalle sind sehr wechselnd; die größten messen bis 20 mm, während die, welche in den Drusen auf Oligoklas sitzen, unter 1 mm heruntergehen. Die meisten schwanken zwischen 3—4 mm. Auch die Farbe ist sehr wechselnd, am häufigsten sind hellgelblichbraune, undurchsichtige Krystalle, ferner ziemlich große durchsichtige nelkenbraune

bis weinrote. Sehr selten dagegen sind die mehr oder weniger durchsichtigen, wachsgelben oder strohgelben Krystalle. Die großen, undurchsichtigen Körner, die ziemlich häufig sind, haben rötlichbraune, seltener wachsgelbe Farbe. Am seltensten sind grünliche Krystalle.

Die undurchsichtigen Körner ohne regelmäßige Begrenzung werden in den Dünnschliffen mit hellgrünlichgelber Farbe durchsichtig und wirken stark auf das polarisierte Licht. In solchen Dünnschliffen treten häufig Streifungen hervor, welche den Trennungsebenen nach {221} entsprechen. Risse sind manchmal von Eisenhydroxyden erfüllt. Übrigens sind diese Körner an Einschlüssen sehr arm und reiner als die Krystalle. Der Pleochroismus ist schwach:

- a = hellgelblich,
- b = grünlichgelb,
- c = rötlichgelb.

Schliffe der braunen Krystalle zeigen nahezu denselben Pleochroismus, nur etwas weniger ausgesprochen, manchmal sind sie von einem Netze kleiner Kanäle, welche mit einer amorphen, braunen Substanz erfüllt sind, durchzogen.

Von den glänzenden, durchsichtigen Kryställchen der Drusen wurden zwei Schliffe \perp zur spitzen Mittellinie angefertigt und zwar von einem sehr hellgelben und einem weinroten Krystalle. Beide zeigen reichlich die eben erwähnten Kanäle mit brauner Substanz.

Die hellgelbe Platte, obwohl ziemlich dick, zeigte keinen, die weinrote Platte dagegen einen sehr schönen Pleochroismus:

- a = gelblich,
- b = rötlichgelb.

Letzterer Schliff zeigt auch deutlich die Spaltrisse nach {111}.

Den Winkel, welchen die spitze positive Mittellinie mit der Axe c bildet, fand ich zu 57° als Mittel von genauen und übereinstimmenden Werten. Über die Lage dieser Mittellinie besaß man viele Jahre lang nur die Angabe von Des Cloizeaux, nach welcher sie *très-sensiblement normale à σ^2* {102} wäre. Auch K. Busz¹⁾ gab in seiner Arbeit über den Titanit keine anderen Daten. Wenn die Mittellinie auf {102} genau normal wäre, so müßte der Winkel $c:c = 50^\circ 43'$ nach den Constanten von Des Cloizeaux und $50^\circ 53\frac{1}{2}'$ nach den meinigen sein. Der erste, welcher eine directe Messung ausgeführt hat, scheint Brögger gewesen zu sein, welcher für den mehrfach erwähnten Eukolit-Titanit 57° fand. Der von mir gefundene bestätigt jenen von Brögger.

¹⁾ Beitrag zur Kenntnis des Titanits. N. Jahrb. f. Min., Geol. usw. 1887, Beil.-Bd. 5, 330 u. f. Ausz. diese Zeitschr. 15, 420.

An unseren Krystallen ist es leicht zu constatieren, daß die Mittellinie nicht genau senkrecht auf {402} liegt, da die Untersuchung im convergenten, polarisierten Lichte erkennen läßt, daß sie immer gegen die Normale zu dieser Fläche etwas nach vorn geneigt ist. Ihre Lage ist etwas wechselnd; bei den sehr hellgelben, eisenärmeren Krystallen ist diese Neigung etwas kleiner als bei den rötlichen, eisenreicheren. Ich habe gefunden:

weingelber Krystall:	$c : c = 50^{\circ}22'$	rotes Glas,
	5 30	Na-Licht,
weinroter Krystall:	6 30	rotes Glas,
	6 45	Na-Licht,
	7 10	blaues Glas.

Für den Winkel $2E$ habe ich folgende Werte erhalten:

weinroter Krystall:	$2E = 60^{\circ}10'$	rotes Glas,
	58 10	Na-Licht,
	39 0	blaues Glas,
hellgelber Krystall:	57 20	rotes Glas,
	55 34	Na-Licht,
	39 0	blaues Glas.

Es ist zu bemerken, daß am weinroten Krystalle nicht nur der Winkel $2E$, sondern auch die Dispersion bedeutender ist.

Das spezifische Gewicht großer, durchsichtiger, dunkelkastanienbrauner Krystalle ergab sich zu 3,55, das von Körnern zu 3,60. Diese Zahlen entsprechen völlig denen, welche Groth für die Krystalle des Plauenschen Grundes ermittelte (3,52—3,60).

Mit Material der körnigen Varietät wurde eine quantitative chemische Analyse ausgeführt. Das sehr fein gepulverte Mineral wurde mit Kaliumbisulfat zersetzt; mit kaltem Wasser wurde die Kieselsäure getrennt, welche weiter mit Kaliumnatriumcarbonat geschmolzen und dann nach bekannten Methoden wieder erhalten und gewogen wurde. Aus der nach Entfernung der Kieselsäure erhaltenen Lösung wurde die Titansäure durch Sieden unter Anwendung der Vorsichtsmaßregeln, welche Treadwell und Classen empfehlen, gefällt und filtriert. Ferner mit Ammoniak (unter Zusatz einiger Tropfen Wasserstoffsuperoxyd) die Hydrate von Eisen, Aluminium, Mangan und Yttrium (und Cerium), sowie eine kleine, durch das Sieden nicht ausgefallene Menge Titansäure gefällt. Das Präcipitat wurde gelöst, dann mit Oxalsäure behandelt; so wurden die Oxalate der seltenen Erden erhalten. Durch einen Zufall mißlang die Trennung der Yttrium- und Ceroxyde.

Um Eisen, Mangan, Aluminium und Titan zu bestimmen, wandte ich dieselbe Methode an, welche A. Knop bei den Analysen von titanhaltigen Granaten benutzte.

Ich habe auch Controllbestimmungen ausgeführt, bei welchen das

Mineral mit Fluorwasserstoffsäure zersetzt wurde. Während aber H. Rose¹⁾, welcher diese Methode für die Analyse des Titanit erstmals angewendet hat, immer einen unzersetzten Rückstand beobachtete, so daß die Behandlung mit *HF* verschiedene Male zu wiederholen war, habe ich bemerkt, daß der Titanit des Syenits von Biella mit aller Leichtigkeit zersetzt wird.

Die erhaltenen Resultate sind:

SiO_2	30,89	0,511		
TiO_2	30,58	0,382		
Fe_2O_3	5,77	0,036	}	0,077
FeO	Spur	—		
Al_2O_3	2,81	0,027		
$(Y, Ce)_2O_3$	3,07	0,044	}	0,525
MnO	0,40	0,006		
CaO	26,09	0,465		
MgO	0,25	0,006		
H_2O	0,86	0,048		
	100,72			

Diese Zusammensetzung ist jener des Titanits vom Plauenschen Grunde sehr nahestehend, für welchen Groth (a. a. O.) fand:

SiO_2	30,51
TiO_2	31,16
CaO	31,34
Fe_2O_3	5,83
$Al_2O_3 + Y_2O_3$	2,44
MnO	1,02
	102,30

Es ist leider nicht leicht aus der ausgeführten Analyse irgend eine Schlußfolgerung zu ziehen, welche einen einigermaßen sicheren Grund in den Tatsachen hätte. Bezüglich der chemischen Zusammensetzung des Titanit herrscht eine große Unklarheit. Selbst Varietäten, die nach der Analyse keine Sesquioxyde enthalten, führen oft zu Verhältnissen, welche von jenen, welche die Formel $CaTiSiO_5$ erfordert, sehr verschieden sind. Es genügt, die folgenden acht Analysen anzuführen, um zu sehen, wie groß die Unterschiede sind.

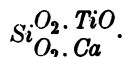
	$SiO_2 : TiO_2 : RO$
Eisbruckalp (K. Busz)	0,511 : 0,530 : 0,490
Wildkreuzjoch -	0,572 : 0,561 : 0,402
St. Gotthard -	0,482 : 0,525 : 0,497
Val Maggia -	0,498 : 0,494 : 0,528

1) 1. Über die Titansäure: über die titansäurehaltigen Mineralien; 2. Titanit. Pogg. Ann. 1844, 62, 253.

	$SiO_2 : TiO_2 : RO$
St. Marcel (Delesse)	0,503 : 0,524 : 0,487
- -	0,493 : 0,537 : 0,462
- (Marignac)	0,534 : 0,482 : 0,515
Hosensackstation (Knerr und Smith)	0,577 : 0,542 : 0,389

Aber auch für jene Analysen, welche genau zur Formel $CaTiSiO_5$ führen, entsteht die sehr wichtige Frage, welche nie gelöst wurde, über die basische oder saure Function des Titans.

Im Jahre 1845 stellte H. Rose als Resultat seiner Analyse die Formel $Ca^3Si + Ti^3Si$, oder, wenn wir der Kieselsäure die Formel SiO_2 geben, $Ca^2Si + Ti^2Si$ fest, in welcher alles Titanoxyd als Base betrachtet wurde. Berzelius äußerte gelegentlich der Besprechung der Arbeit Roses in seinen »Ärberättelse« die Meinung, daß eine solche Formel theoretisch wenig annehmbar wäre, und schlug eine andere $2CaSi + CaTi$ vor. Blomstrand (a. a. O.) kehrte zur Anschauung Roses zurück und hielt es für wahrscheinlicher, daß das Titandioxyd als Base wirke, weil sein saurer Charakter sehr schwach ist. Er betrachtete den Titanit als ein Silicat von Calcium und Titanyl TiO :



Groth¹⁾ suchte die an Sesquioxiden reichen Titanite durch die Annahme zu erklären, daß sie Mischungen der zwei Verbindungen $CaTiSiO_5$ und $(Al, Y)_2SiO_3$ seien; Blomstrand nahm an, daß die Complexe Al_2O_3 und Fe_2O_3 das Titanyl ersetzen können, so daß die allgemeine Formel des Titanit wäre:



Meine Analyse läßt sich nicht nach der Annahme Groths erklären; denn, um mit der Formel Groths übereinzustimmen, wäre es nötig, daß das Verhältnis $RO : TiO_2 = 1 : 1$ sei, und ferner die Kieselsäure, welche nach dem Abzug des Silicats $CaTiSiO_5$ bleibt, mit den Sesquioxiden im Verhältnisse $1 : 1$ stehe. Meine Analyse zeigt dagegen $RO : TiO_2 = 1 : 0,80$. Der Titanit von Biella bildet keine Ausnahme, wie sich aus den Berechnungen der im Handbuche von Hintze zusammengestellten Analysen ergibt, wo unter 46 an Sesquioxiden mehr oder weniger reichen Analysen nur bei sechs das Verhältnis $CaO : TiO_2$ von $1 : 1$ nicht zu viel verschieden ist. An den zehn anderen ist der Unterschied sehr bedeutend, wie die folgende Tabelle zeigt.

	$TiO_2 : CaO$
III. 2) Plauenscher Grund (Groth)	1 : 1,47
V. Waldheim (Schmüger)	: 0,85

1) Tabellarische Übersicht der Mineralien 1882, 418.

2) Die Zahlen beziehen sich auf die Tabelle von Hintze.

			$TiO_2 : CaO$
XIX.	Shinness	(Hedde)	1 : 1,10
XXI.	Blen Bhreck	-	: 1,26
XXIII.	Arendal	(Rosales)	: 0,78
XXVII.	Buö	(Rammelsberg)	: 1,16
XXX.	Eukolit-Titanit	(Lindström)	: 1,19
XXXI.	Alshedite	(Blomstrand)	: 0,89
XXXII.	-	-	: 0,87
XLI.	Renfrew	(Busz)	: 0,79

Die Analyse des Titanits von Biella ist in viel besserer Übereinstimmung mit der Annahme Blomstrands, und wie mir scheint auch die anderen Analysen von sesquioxydreichen Varietäten.

K. Busz hatte geglaubt, daß der Axenwinkel im allgemeinen bei den eisenhaltigen Titaniten größer ist, aber schon Hintze machte darauf aufmerksam, daß gerade einige eisenhaltige Varietäten für $2E$ die kleinsten Werte geliefert haben. Der Titanit des Syenits von Biella bestätigt den völligen Mangel eines einfachen Zusammenhanges zwischen der chemischen Zusammensetzung und dem Winkel $2E$; es genügt zu erwähnen, daß an den Krystallen von Buö (mit 5,90 bis 6,75 Fe_2O_3) $2E = 112^\circ 34\frac{1}{2}'$ (Li-Licht) gefunden wurde; an jenen des Syenits von Biella mit nahezu gleichem Eisengehalte war $2E = 60^\circ 12'$. Der Titanit von Arendal mit derselben Menge Eisen besitzt einen Winkel $2E = 76^\circ 27\frac{3}{4}'$ (nach Busz).

Im Gesteine ist der Titanit ziemlich häufig und kommt in idiomorphen, braunen oder gelblichbraunen Krystallen vor, welche bis 10 mm Größe erreichen. Auch kleine Massen von krystallinischem Titanit, welche im Gesteine kleine Adern bilden, sind nicht selten. Besonders reich finden sich die kleinen Titanitkryställchen nur da, wo der Oligoklas den Orthoklas übertrifft. Die großen, mehr oder weniger unvollkommenen Krystalle sind besonders an einigen Stellen häufig, wo der Syenit aus einem feinen Gemenge von Orthoklas, Oligoklas und Amphibol besteht. Erwähnenswert ist das Zusammenvorkommen des Titanits mit dem Turmalin; wo der letztere im Gesteine kleine Massen mit faseriger Structur bildet, finden sich verschieden große Titanitkrystalle, welche den Turmalin nach allen Richtungen durchdringen und so erkennen lassen, daß sie älter als der Turmalin sind.

Der Titanit des Gesteins gehört zu den ältesten Bestandteilen.

Auch in den Drusen ist der Titanit häufig, er bevorzugt aber besondere Drusen. So finden sich kleine, sehr glänzende Krystalle in den apatitführenden Drusen, in welchen sie zwischen den Epidothüschelchen oder in den Rissen der Oligoklaskryställchen (auf denen sie direct sitzen) auftreten. Auch in den Drusen ohne makroskopischen Apatit findet sich

Titanit, auch hier reichlich mit Oligoklaskryställchen und mit Amphibol vergesellschaftet.

Isolierte Krystalle findet man in einigen an schwarzem Quarz reichen Drusen, oder in anderen mit großen Rauchquarkrystallen, Heulandit und Axinit. Die Titanitkrystalle dieser letzteren Drusen sind halbdurchsichtig, honiggelb, manchmal auch hyazinthrot, stark glänzend und zeigen die Combination $\{001\}$ $\{100\}$ $\{102\}$ $\{110\}$ $\{111\}$ $\{112\}$, mit vorherrschendem $\{111\}$. Merkwürdig ist die Streifung der Flächen von $\{111\}$; zwei sind parallel der Combinationskante mit der Basis gestreift, die zwei anderen zeigen keine Streifung und sind geknickt.

In sehr schönen, stark glänzenden, hellkastanienbraunen Krystallen kommt der Titanit in den sehr sauren, fluorithaltigen Ausscheidungen vor, in welchen er einer der ältesten Bestandteile ist.

Schöne Krystalle erhält man endlich durch Auflösen der kleinen Calcitmassen, welche man im Gesteine manchmal findet.

Orthoklas.

Die Untersuchung des Orthoklases im Gesteine (nicht der Drusen) hat ebenfalls bereits schon A. Cossa durchgeführt. Nach seinen Beobachtungen kommt er in den Dünnschliffen nur in Karlsbader Zwillingen vor und zeigt immer viele Apatitmikrolithe. Einmal fand er Orthoklaskrystalle, welche von Plagioklasblättchen durchdrungen waren. Nach Cossa ist das spec. Gew. 2,573 und die chemische Zusammensetzung die folgende:

SiO_2	64,96
P_2O_5	0,37
Al_2O_3	20,14
Fe_2O_3	Spur
CaO	2,16
K_2O	13,31
Na_2O	0,79
	<hr/> 101,73

Die von mir untersuchten Krystalle, deren Größe zwischen wenigen Millimetern bis 3 cm schwankt, sind von wechselnder Farbe. Bald sind sie, der seltenste Fall, rein weiß oder schmutzig veilchenblau, bald zeigen sie, und zwar am häufigsten, eine fleischrote Farbe in vielerlei Nüancen.

Sie sind immer flächenarm; ich habe nur die folgenden Formen bestimmt: $a(k)\{100\}$, $b(M)\{010\}$, $e(P)\{001\}$, $m(Tl)\{110\}$, $x\{130\}$, $x\{104\}$, $y\{201\}$, $n\{021\}$, $o\{111\}$.

Von diesen Formen, welche alle am Orthoklas sehr gemein sind, fehlen $\{004\}$, $\{010\}$ und $\{110\}$ an keinem Krystalle; zu ihnen tritt $\{104\}$ oder $\{201\}$, oder noch öfters beide hinzu; $\{130\}$ ist ziemlich verbreitet, sehr

häufig auch $\{100\}$ und $\{111\}$, selten dagegen $\{021\}$. Für die Krystalle der Drusen ist die Häufigkeit von $\{100\}$ sehr charakteristisch; diese Form ist, wie bekannt, an den anderen Fundorten selten.

Die beobachteten Combinationen sind die folgenden: 1) $cbmyx$; 2) $cbmyxo$; 3) $cbmyxon$; 4) $cbamxyo$; 5) $cbamyxo$; 6) $cbamyxox$;

Der Habitus ist sehr wechselnd. Häufig, besonders unter den kleinen Krystallen, findet man solche, welche nahezu nach allen drei Dimensionen gleich oder nach $\{010\}$ etwas tafelförmig sind; die an ihnen vorherrschenden Formen sind $\{001\}$, $\{010\}$ und $\{110\}$ (Fig. 20, Taf. VIII). Viel seltener sind nach der Axe b verlängerte Krystalle, an denen $\{010\}$ sehr klein, $\{001\}$, $\{110\}$ und $\{201\}$ vorherrschend sind. Größere Krystalle zeigen oft $\{010\}$ vorwiegend und $\{111\}$ stark entwickelt (Fig. 21, Taf. VIII). Sehr merkwürdig ist der Krystall Fig. 22, Taf. VIII, an welchem $\{100\}$ eine ganz außerordentliche Größe erreicht.

An Zwillingen habe ich in den Drusen nur solche nach dem Karlsbader Gesetze gefunden. Sie sind alle mehr oder weniger nach $\{010\}$ tafelförmig und immer Contactzwillinge, so daß sie oft wegen des völligen Mangels an einspringenden Winkeln wie einfache Krystalle erscheinen. An diesen Zwillingen ist $\{021\}$ fast immer größer als an den einfachen Krystallen. Sehr zierlich aber selten sind einige kleine, rein weiße, nach $\{010\}$ sehr tafelförmige Karlsbader Zwillinge.

Betreffs der Formen ist zu bemerken: $\{100\}$ ist teils sehr klein, teils etwas größer, nur am Krystall Fig. 22, Taf. VIII ist sie stark entwickelt. Seine Flächen sind eben, oft aber schuppig durch rechteckige oder fast viereckige Facetten, welche nach horizontalen, der Axe der Zone $[100:001]$ parallelen Kanten zusammengehäuft sind.

$\{010\}$ von sehr wechselnder Größe; wo sie vorherrscht, sind die Flächen sehr unregelmäßig, geknickt und concav.

$\{001\}$ ist immer ziemlich groß, meist vorherrschend, nur an den nach der Kante $[010:111]$ verlängerten Krystallen untergeordnet und kleiner als $\{201\}$. Ihre Flächen sind immer ziemlich glänzend und regelmäßig; bisweilen zeigen sie eine feine Streifung \parallel der Axe b .

$\{110\}$ ist an allen Krystallen eine vorwiegende Form. Auffallend ist die ungleiche Entwicklung zweier an derselben Seite der Axe a liegender Flächen. Der Unterschied in der Größe ist oft wenig beträchtlich, aber bisweilen ist er so stark, daß die eine dieser Flächen viermal größer als die andere ist. Diese Verschiedenheit ist an einigen Krystallen noch auffallender, weil auch die physikalische Beschaffenheit der Flächen verschieden ist; während die eine Fläche vollkommen glatt erscheint, ist die andere manchmal wie die Flächen von $\{100\}$ schuppig. Die Schuppen bestehen aus gut begrenzten Parallelogrammen, deren eine Kante viel länger als die andere ist; die längere ist der Combinationskante mit der Basis parallel,

während die kürzere mit der Axe c übereinstimmt. Diese Erscheinung ist aber nicht allgemein, denn es gibt viele Krystalle, an welchen kein Unterschied zwischen (110) und (1 $\bar{1}$ 0) vorkommt. Die Krystalle, welche die beschriebene Verschiedenheit zeigten, wurden optisch genau untersucht und vollkommen monoklin befunden, so daß die Erscheinung nicht im Krystallbau begründet, sondern durch secundäre Wirkungen verursacht wird.

{130} ist nicht sehr häufig, meist nur klein, und nur an den Krystallen, an welchen {010} vorherrscht, etwas größer.

{201} stets untergeordnet und matt, ausgenommen an jenen Krystallen, welche nach der Kante [101] verlängert sind.

{101}. Bald sehr klein, bald ziemlich groß, aber immer ziemlich glänzend.

{021} immer matte, kleine Flächen.

{111} an Größe sehr wechselnde Form, bald sehr klein, bald vorherrschend.

Die untersuchten Krystalle sind vermöge ihrer Flächenbeschaffenheit zu genauen Messungen wenig geeignet. Aus einigen Winkeln, welche ich messen konnte, geht hervor, daß der Orthoklas von Biella vollkommen den Constanten von Kokscharow entspricht. Die Differenzen zwischen den gefundenen und den berechneten Werten übersteigen nur selten 3—4', bei der Einfachheit der Formen ist es unnötig, die Messungen mitzuteilen.

Die optischen Eigenschaften dieses Orthoklas sind die gewöhnlichen. In den Dünnschliffen des Gesteins zeigt er oft Mikroperthitstructur (was auch bei basischen Schnitten der Drusenkrystalle oft der Fall ist) und oft manchmal eine sehr schöne und ausgezeichnete »structure vermiculée«.

Eine Analyse von einigen weißen, sehr reinen Krystallen, bei der die Alkalien nach der Methode von L. Smith bestimmt wurden, ergab:

SiO_2	64,64
P_2O_5	Spur
Al_2O_3	18,75 (mit Spuren Fe_2O_3)
CaO	0,83
MgO	Spur
K_2O	14,16
Na_2O	0,81
	<hr/> 99,46

Nach dieser Analyse stehen also die weißlichen Krystalle der Drusen dem typischen Orthoklas viel näher als jene des Gesteins.

In den Drusen ist der Orthoklas viel weniger häufig als der Oligoklas.

Seine Krystalle, welche zu den ältesten Bestandteilen gehören (sie bilden gewöhnlich im Verein mit dem Oligoklas einen Teil der Wände der Druse), sind immer von Plagioklas begleitet. Diese zwei Mineralien haben

innige Contacte. Obwohl selten, habe ich doch manchmal regelmäßige Verwachsungen der zwei Feldspäte nach $\{010\}$, mit der Verticalen parallel, welche am Scholzenberg häufig sind, angetroffen. Viel öfters findet man ganz unregelmäßige Verwachsungen oder verschiedene Durchdringungen von Orthoklas und Obligoklas. In den orthoklasführenden Drusen ist die Anwesenheit von ziemlich großen, grünlichbraunen Biotitblättchen charakteristisch, welche fast nur in solchen Drusen vorkommen. Zuweilen findet man auf den Orthoklasen kleine Amphibolkrystalle sitzend, jedoch viel seltener als beim Oligoklas.

Hypidiomorphen Orthoklaskrystallen begegnet man bisweilen im Gesteine. Sie sind hellrosenrot, erreichen eine Größe von etwa 45 mm, zeigen $\{001\}$, $\{010\}$, $\{110\}$, $\{\bar{2}01\}$ und sind manchmal Zwillinge nach dem Karlsbader Gesetze.

Der Orthoklas scheint leichter veränderlich zu sein als der Oligoklas. Oft findet man Drusen, welche beide Mineralien enthalten, in denen die Krystalle des Oligoklas noch vollkommen frisch, während jene des Orthoklas ganz brüchig geworden sind.

Als Neubildungen trifft man hellen Glimmer, etwas Epidot, sehr selten auch etwas Laumontit; auch Kaolin wurde beobachtet.

Plagioklas.

Cossa hat auf Grund seiner Analysen nur Oligoklas als Gemengteil des Syenits bestimmt. In den Drusen habe ich aber zwei verschiedene Plagioklase, nämlich Albit und Oligoklas erkannt; letzterer ist viel häufiger als der Albit. Die beiden Arten sind auf den ersten Blick nicht leicht von einander zu unterscheiden, der Albit kommt in viel kleineren, durchsichtigen und weniger weißen Krystallen vor, als der Oligoklas; er zeigt ferner weniger complicierte Zwillingsbildung. Das spezifische Gewicht und die Auslöschungsschiefen beweisen die Zugehörigkeit dieser seltenen Krystalle zum Albit.

Albit.

Die an den wenigen, zweifellos als Albit erkannten Krystallen beobachteten Formen sind: $M\{010\}$, $P\{001\}$, $l\{110\}$, $T\{1\bar{1}0\}$, $y\{\bar{2}01\}$, $x\{\bar{1}01\}$, $r\{\bar{1}03\}$, $p\{\bar{1}\bar{1}1\}$.

Alle Krystalle sind nach dem Albitgesetze verzwillingt; ziemlich häufig herrscht dabei das eine der beiden Individuen über das andere so sehr vor, daß man den Eindruck eines einfachen Krystalles erhält. Sie sind dicktafelförmig nach $\{010\}$.

$\{110\}$ und $\{1\bar{1}0\}$ haben immer sehr verschiedene Größe; meistens ist $\{1\bar{1}0\}$ vorherrschend. Unter den Pinakoiden zweiter Art wurde $\{\bar{1}03\}$ nur einmal gefunden; $\{\bar{2}01\}$ und $\{\bar{1}01\}$ finden sich fast immer zusammen, bald

das eine, bald das andere vorherrschend. Zu guten Messungen sind die Krystalle nicht geeignet.

Zwei Bestimmungen des spezifischen Gewichtes ergaben 2,593 und 2,592, im Mittel 2,59. Tschermak gibt für den reinen Albit 2,624 an; es fehlen aber auch nicht Albite, welche ein viel niedrigeres spezifisches Gewicht, selbst als jenes des Albits von Biella, zeigen.

Ein zu {040} paralleler Schliff gab $\Delta\alpha = +18^\circ$. Für den reinen Albit berechnet Schuster $+19^\circ$, Viola $+24\frac{1}{2}^\circ$; viele Albite aber besitzen, wie die Zusammenstellung von Des Cloizeaux beweist, niedrige Auslöschungsschiefen.

Oligoklas.

Cossa bestimmte von diesem Mineral das spezifische Gewicht (2,61) und die quantitative chemische Zusammensetzung, welche folgende ist:

SiO_2	66,02
P_2O_5	Spur
Al_2O_3	20,97
CaO	3,94
Na_2O	7,89
K_2O	0,63
	<hr/> 99,42

Diese Zusammensetzung ist nahezu jene eines Oligoklas-Albits; wir werden aber sehen, daß aus anderen Analysen hervorgeht, daß in den Drusen des Syenits von Biella der eigentliche Oligoklas vorkommt.

Die Oligoklaskrystalle, welche in den Drusen ziemlich häufig sind, erreichen auch ziemlich beträchtliche Größe (selbst 20—25 mm). Sie sind flächenreicher als der Albit. Die beobachteten einfachen Formen sind: $M\{040\}$, $P\{001\}$, $l\{110\}$, $T\{1\bar{1}0\}$, $f\{130\}$, $z\{1\bar{3}0\}$, $y\{201\}$, $x\{101\}$, $r\{403\}$, $p\{111\}$, $o\{1\bar{1}1\}$, $g\{221\}$, $u\{2\bar{2}1\}$, $e\{021\}$, $n\{021\}$.

Von diesen Formen fehlen {040}, {004}, {110}, {1 $\bar{1}$ 0} und eines der zwei Pinakoide zweiter Art {201} und {101} niemals; die anderen, mit Ausnahme von {130} und {1 $\bar{3}$ 0}, sind wenig häufig.

{010} ist von wechselnder Größe, aber immer zu den vorherrschenden Flächen gehörig. {001} hat ziemlich große Flächen, welche aber manchmal wegen der außerordentlichen Entwicklung der { \bar{h} 01} zurücktreten. {110} und {1 $\bar{1}$ 0} sind bald groß, bald klein; an den Zwillingen haben sie fast immer gleiche Größe, nicht so an den sehr seltenen einfachen Krystallen. {130} und {1 $\bar{3}$ 0} sind ziemlich selten und haben bald sehr kleine, bald wie jene der Protoprismen große Flächen. Die Combinationskanten zwischen den Protoprismen und diesen Hemiklinoprismen sind krumm und schief, ferner stumpfen nicht selten {130} und {1 $\bar{3}$ 0} nur einen Teil der Kanten [040:110] und [0 $\bar{1}$ 0:1 $\bar{1}$ 0] ab. Die Flächen von {110} und {1 $\bar{1}$ 0} sind

häufig in zwei Facetten zerteilt, welche genau in der Zone $[001]$ liegen. Gewöhnlich hat keine dieser Facetten die Lage, welche der Protoprismenfläche, die sie ersetzen, zukommt; manchmal dagegen besitzt eine diese Lage, während die andere bis zu 2° davon entfernt ist.

$\{103\}$ ist selten; er findet sich nur an einigen Krystallen mit kleinen Flächen zwischen $\{204\}$ und $\{104\}$. Von diesen letzteren ist bisweilen nur $\{104\}$ vorhanden, meistens finden sich aber beide gleichzeitig, bald $\{204\}$, bald $\{104\}$ größer. Nur an einigen sehr seltenen Krystallen erreicht $\{204\}$ eine ganz anormale Größe. Alle Flächen dieser $\{h0l\}$ sind fast vollkommen glanzlos.

$\{111\}$ und $\{\bar{1}\bar{1}1\}$ treten fast niemals zusammen an demselben Krystall auf; die häufigste ist $\{111\}$. An wenigen Krystallen wurden $\{221\}$ und $\{\bar{2}21\}$, aber mit ziemlich großen Flächen, beobachtet. Sehr selten und sehr klein sind $\{021\}$ und $\{0\bar{2}1\}$.

Der Habitus der Krystalle ist wechselnd, sie sind fast immer mehr oder weniger tafelförmig nach $\{010\}$, nicht selten aber prismatisch nach der Axe c , oder aber von gleicher Größe nach allen drei Dimensionen.

Einfache Krystalle sind sehr selten (Fig. 23 und 24, Taf. VIII). Die meisten sind Zwillinge nach dem gewöhnlichen Albitgesetze, oft ein Individuum größer als das andere, meist aber beide gleich groß. Die meisten Zwillinge haben das gewöhnliche Aussehen. Noch häufiger als diese einfachen Zwillinge sind in einigen Drusen Drillinge nach demselben Gesetze, wobei der Mittelkrystall immer dünn, manchmal fast unsichtbar ist. Polysynthetische Zwillinge nach diesem Gesetze und aus solchen gebildete Karlsbader Zwillinge kommen ebenfalls vor.

Ziemlich häufig sind Penetrationszwillinge nach $\{040\}$, wie jene von Roc Tourné, welche G. Rose¹⁾ beschrieb. Bisweilen vereinigen sich zwei solche Penetrationszwillinge zu doppelten Contactzwillingen nach dem Karlsbader Gesetze.

Penetrationszwillinge nach dem Periklingesetze sind sehr selten, doch gelang es mir, einige schöne Exemplare davon zu finden, sehr kleine, nach der Basis tafelförmige Kryställchen. Auch einen Doppelzwillling habe ich beobachtet, welcher aus einem Periklin- und einem Albitzwilling besteht. Er ist sehr ähnlich jenen, welche G. vom Rath²⁾ am Anorthit vom Vesuv beschrieben hat.

Häufig zeigen die verschiedenen Individuen der Zwillinge verschiedene Combinationen. Während z. B. das eine Individuum $\{130\}$ und $\{1\bar{3}0\}$ aufweist, fehlen diese Formen vollkommen an dem anderen; oder das eine

1) Über die Krystallform des Albits von Roc Tourné und von Bonhomme in Savoyen und des Albits im allgemeinen. Pogg. Ann. 1865. 125, 459.

2) Ein Beitrag zur Kenntnis des Anorthits. Pogg. Ann. 1872, 147, 22.

Individuum zeigt $\{201\}$, $\{103\}$ und $\{104\}$, das andere dagegen nur ein oder zwei $\{h0l\}$ und mit anderen Indices als an dem ersten. Ein interessantes Beispiel solcher Verschiedenheit ist in Fig. 25, Taf. VIII abgebildet.

Die Oligoklaskrystalle gestatten, wie jene des Albits, fast niemals genaue Messungen, da ihre Flächen, besonders jene der Zone $\{004\}$, geknickt und krumm, jene der $\{h0l\}$ matt sind. Einige Winkel, welche sich sehr genau messen ließen, haben mir erlaubt festzustellen, daß der Oligoklas dieser Drusen in seinen Winkeln mit jenem des Vesuvs, welchen vom Rath¹⁾ untersuchte, vollkommen übereinstimmt, aus dessen Axenverhältnis

$$a : b : c = 0,63206 : 1 : 0,55239 ; \\ \alpha = 93^{\circ} 4\frac{1}{3}' ; \quad \beta = 116^{\circ} 22\frac{1}{3}' ; \quad \gamma = 90^{\circ} 4\frac{1}{2}' ,$$

die Winkel der folgenden Tabelle berechnet wurden:

Kanten:	Mittel:	Ber.:
$(110) : (\bar{1}\bar{1}0) =$	$59^{\circ} 5'$	$59^{\circ} 6'$
$(004) : (110)$	$65 \ 36$	$65 \ 40\frac{1}{2}$
$: (\bar{1}\bar{1}0)$	$68 \ 52$	$68 \ 48$
$: (1\bar{3}0)$	$79 \ 55$	$79 \ 53\frac{1}{2}$
$: (\bar{1}\bar{1}1)$	$57 \ 56$	$57 \ 50$
$: (\bar{1}04)$	$52 \ 0\frac{1}{2}$	$51 \ 57$
$: (010)$	$86 \ 31$	$86 \ 32$

Auch in seiner chemischen Zusammensetzung (siehe unten) ist unser Oligoklas jenem vom Vesuv ähnlich.

Von Einschlüssen zeigen die Oligoklaskrystalle einige Magnetitkryställchen, seltener auch Calcit.

Schliffe $\parallel \{010\}$ zeigen oft Zonarstruktur; ein besonders deutlicher hatte eine kleinere äußere Zone und eine centrale größere. In der Randzone war $A_X = +43^{\circ}$, im centralen Teile $8^{\circ} 30'$. Auch hier hat man also den gewöhnlichsten Fall, nämlich einen basischen, calciumreicheren Kern, welcher von einem saureren, natriumreicheren umhüllt ist.

Zwei Schliffe nach $\{010\}$, welche keine Zonarstruktur zeigten, lieferten für $A_X +43^{\circ}$, bzw. $+9^{\circ}$. Ein Schliff nach der Basis gab $A_P = +3^{\circ}$.

Aus den ausgeführten Messungen geht hervor, daß Glieder des wirklichen Oligoklas, sowie andere des Oligoklas-Albits vorliegen; sie kommen an den Krystallen mit Zonarstruktur zusammen vor.

Meine spezifischen Gewichtsbestimmungen ergaben Zahlen, welche jenen von Cossa mitgeteilten sehr nahe liegen; das Mittel ist 2,62. Es ist zu bemerken, daß die spezifischen Gewichte sowohl des Albits, wie des Oligoklas der Drusen des Syenits kleiner sind, als die von der Tschermakischen Theorie geforderten.

1) Pogg. Ann. 4869, 188, 464.

Zwei Analysen, welche Prof. C. Montemartini im Jahre 1889 mit zwei großen Krystallen derselben Druse ausführte, gaben sehr übereinstimmende Resultate. Ihre Mittel sind:

SiO_2	63,54
Al_2O_3	22,40
CaO	3,38
MgO	0,08
K_2O	1,24
Na_2O	8,66
Glühverlust	0,48
	<hr/> 99,75

Diese Analyse ist in guter Übereinstimmung mit der Tschermakschen Theorie. Eliminieren wir die Verbindung $K_2Al_2Si_8O_{16}$, so bleibt

SiO_2	63,96
Al_2O_3	22,93
CaO	3,68
Na_2O	9,43
	<hr/> 100,00

Aus diesen Zahlen folgen die Verhältnisse:

$$CaO : Na_2O : Al_2O_3 : SiO_2 = 3 : 6,9 : 10,2 : 48,2,$$

für welche gesetzt werden kann:

$$3 : 7 : 10 : 48.$$

Man hat also genau die Zusammensetzung $7Ab + 3An$.

Im Syenit Biellas kommt der Oligoklas sowohl im Gestein, welches oft vorwiegend aus Oligoklas und Amphibol zusammengesetzt ist, wie in den Drusen vor. In ihnen gehört der Oligoklas zu den ältesten Bildungen, und seine Krystalle bilden oft die Wände der Drusen. Er ist von Amphibol, Quarz, häufig von Orthoklas, bisweilen von Glimmer oder Calcit oder auch von Albit begleitet. Die Albit- und Oligoklaskrystalle sind gewöhnlich mit ihren Endflächen $\{001\}$ und $\{\bar{h}0l\}$, seltener mit $\{010\}$ oder anderen verticalen Flächen angewachsen. Einige Proben lassen deutlich zwei Plagioklasgenerationen erkennen. Die eine bildet mit dem Quarz die Wände der Drusen (welche klein sind) und läßt die Enden der Krystalle frei herausragen; später gebildete sitzen auf dem Quarz und können eine ziemliche Größe erreichen. Sie unterscheiden sich von jenen der ersten Generation durch ihre viel größere Durchsichtigkeit. Dieselbe Erscheinung ist an einigen kleinen Drusen (2—3 cm) zu sehen, welche fast ausschließlich von Amphibol in ziemlich großen, schwarzen, glänzenden Krystallen erfüllt sind. Auch hier gibt es eine Plagioklasgeneration, welche älter als der Amphibol

ist, und sehr kleine Plagioklaskrystalle, welche mit aller Wahrscheinlichkeit mit dem Amphibol gleichzeitig sind.

Es wäre wichtig gewesen, festzustellen, ob zwischen den Krystallen der zwei Generationen Verschiedenheiten in der chemischen Zusammensetzung existieren. Die Menge Substanz, welche ich zur Verfügung hatte, war leider ungenügend.

Turmalin.

Dieses Mineral kommt in schwarzen, sehr glänzenden, vollkommen undurchsichtigen Krystallen, in rötlichen, nadelförmigen Kryställchen und in kleinen krystallinischen Massen vor.

Die schwarzen Krystalle sind immer nur an einem Ende begrenzt und sehr flächenarm; sie zeigen folgende Formen: $l\{211\}$, $l\{2\bar{1}\bar{1}\}$, $s\{10\bar{1}\}$, $\sigma\{415\}$, $R\{100\}$, $o\{11\bar{1}\}$.

Die gewöhnliche Combination ist die aller genannten Formen mit Ausnahme von σ und l , welche sehr selten und sehr klein sind. Vorherrschend sind $\{2\bar{1}\bar{1}\}$ und $\{100\}$; $\{111\}$, obwohl fast an allen Krystallen vorhanden, hat im allgemeinen kleine Flächen und nur an einigen nach der Polaraxe verlängerten Krystallen erreicht es fast dieselbe Größe wie $\{100\}$. $\{10\bar{1}\}$ ist sehr klein, manchmal ganz fehlend.

Die beobachteten Combinationen sind folgende: 1) lR ; 2) lsR ; 3) $lsRo$; 4) $ls\sigma Ro$; 5) $l's\sigma Ro$.

Die Flächen des Prismas $\{2\bar{1}\bar{1}\}$ sind immer stark gestreift, fast faserig und uneben, da die Turmalinkrystalle aus vielen, fast parallel verwachsenen Krystallen mit gemeinsamen Endflächen bestehen. Die Flächen von $\{100\}$ sind nur sehr selten gestreift, viel häufiger sind sie mit verschiedenen Facetten bedeckt, welche unter sich auch beträchtliche Winkel bilden. Die Flächen von $\{11\bar{1}\}$ sind immer regelmäßig.

Aus dem Gesagten folgt, daß genaue Messungen nicht möglich sind, der Wert des Winkels des Grundrhomboëders schwankt von $46^{\circ}43'$ bis $47^{\circ}40'$, der sicherste Wert ist $47^{\circ}47'30''$. $\{11\bar{1}\}$ liefert immer gute Reflexe, aber die Störungen der Krystalle machen sich auch bei ihr bemerklich. An einem kleinen, nadelförmigen, anscheinend einfachen Krystalle konnte ich eine genauere Messung ausführen, ich erhielt

$$(1\bar{1}1) : (11\bar{1}) = 77^{\circ}32'.$$

Außer den oben erwähnten kommen auch unsichere Formen vor, welche um wenige Grade von $\{100\}$ abweichen, aber nur eine meistens große und gut meßbare Fläche zeigen, deren Lage aber von Krystall zu Krystall wechselt und keine gesetzmäßigen Symbole zeigt.

Ein solcher Krystall, an welchem zwei solche Flächen genaue Messungen gestatteteten, ist in der Fig. 26, Taf. VIII dargestellt. Er zeigt, wie es oft der Fall ist, eine Fläche von $\{100\}$ kleiner als die beiden anderen; dieser

Krystall ist einer der wenigen, an welchem $\{4\bar{1}\bar{1}\}$ mit allen drei Flächen auftritt. Hier sind zwei Flächen mit complexen Symbolen α und β anwesend.

β , welche, wie die Figur zeigt, ziemlich groß ist, liegt genau in der Zone Ros und lieferte sehr gute Messungen:

$$\begin{array}{l} R\beta = 40^{\circ}30' \\ o\beta \quad 33 \quad 59 \end{array}$$

Aus ihnen folgt das Symbol $\{40.\bar{1}.4\} = \{9.2.\bar{1}\bar{1}.10\}$, welches bei Anwendung der Constante von V. v. Worobieff¹⁾ $c = 0,45484$ erfordert.

$$\begin{array}{l} (40.\bar{1}.4):(100) = 40^{\circ}35' \\ \quad \quad \quad :(\bar{1}\bar{1}\bar{1}) \quad 34 \quad 7 \end{array}$$

Diese Form wurde von V. v. Worobieff ziemlich häufig an den Krystallen von Ceylon gefunden.

Die andere Fläche α liegt genau in der Zone loR'' : $\alpha R'' = 20^{\circ}46'$, aus welchem sich das Symbol $\{32.\bar{1}\bar{1}\bar{1}\} = \{11.0.\bar{1}\bar{1}.10\}$ berechnet, welches den berechneten Winkel $20^{\circ}48'$ verlangt.

Die Turmalinkrystalle haben sehr wechselnde Dimensionen, welche zwischen 30 mm und 2—3 mm in der Richtung der Polaraxe schwanken; oft sind die Krystalle ganz nadelförmig, andere Krystalle, welche gegen 10 mm Größe haben, sind dagegen nach der eben erwähnten Richtung sehr wenig verlängert. Unter den kleineren Krystallen von 4—5 mm Größe sind jene mit gleicher Entwicklung nach allen drei Dimensionen sehr verbreitet.

Außer in Krystallen kommt der Turmalin, wie gesagt, in kleinen krystallinischen Massen vor, welche aus vielen nadelförmigen, verfilzten Krystallen bestehen.

Der Pleochroismus ist sehr stark; an einem Dünnschliffe eines schwarzen Krystalles fand ich

ordinärer	Strahl: dunkelblau,
extraordinärer	- hellrötlichbraun.

An den sehr feinen, nadelförmigen, rötlichbraunen, halbdurchsichtigen Krystallen ist der Pleochroismus:

ordinärer	Strahl: dunkelbraun,
extraordinärer	- hellölgrün.

Aus Dünnschliffen großer Krystalle ist ersichtlich, daß sie an Einschlüssen sehr arm sind; man findet nur spärlich sehr kleine Magnetitkryställchen (Oktaëder oder Rhombendodekaëder), etwas häufiger äußerst kleine, nur mit starken Vergrößerungen sichtbare, undurchsichtige Körner,

¹⁾ Krystallographische Studien über Turmalin von Ceylon und einige andere Vorkommen. Diese Zeitschr. 1900, 33, 263 ff.

welche vielleicht auch Magnetit sind. Manchmal sind von den großen Krystallen kleine, gut gebildete Turmalinkryställchen {211} {400} eingeschlossen, welche das Prisma vorherrschend zeigen.

Der Turmalin ist im Syenit von Biella ziemlich häufig und kommt in wechselnder Weise vor.

In den apatitführenden, oben beschriebenen Drusen ist der Turmalin in langen, graulichschwarzen oder grünlichschwarzen Nadeln oder Nadelbüscheln verbreitet. Sie sind mit den Oligoklaskrystallen verwachsen, welche sie selbst durchschneiden, so daß sie, wie es scheint, von gleichzeitiger Bildung sind. An einigen Stellen, wo das Gestein fast ausschließlich aus einem Knoten von Oligoklaselementen besteht, finden sich in diesem Minerale Drusen, welche mit Turmalin bekleidet sind. Große Krystalle finden sich in den Drusen nebst Quarzkrystallen, Titanit und Pyrit; in radialen Büscheln, nebst Titanit und Quarz, in zahlreichen, kleinen Drusen und im Gesteine. Sehr schöne Krystalle werden erhalten, wenn man den Kalkspat löst, welcher hier und da im Syenit vorkommt. Endlich kommt der Turmalin zusammen mit dem Axinit vor, wo er älter als dieser ist; von dieser wichtigen Zusammenvorkommen werden wir bei dem Axinit sprechen.

Hier und da im Gesteine bemerkt man große, wie geschmolzene, Knoten von schwarzem Turmalin; in den Höhlungen derselben kommen große und schöne Krystalle vor.

Die größten Turmalinkrystalle wurden in einer Druse, aus Feldspat, Amphibol und Quarz in sehr kleinen Individuen bestehend, neben großen krystallinen Verdichtungen von hellbraunem Titanit, Quarz, Amphibol und wenig Pyrit gefunden.

Was die Entstehung des Turmalins betrifft, so muß man annehmen, daß fast aller Turmalin des Syenits von Biella durch pneumatolytische Prozesse gebildet wurde, welche mit großer Wahrscheinlichkeit während der Abkühlung des Gesteines wirkten. Ein Teil des Turmalins, welcher den Axinit begleitet, scheint aus Lösungen abgesetzt zu sein, wie unten gezeigt werden soll (s. Axinit).

Axinit.

Der Axinit ist im Syenit von Biella sehr selten und kommt in zwei verschiedenen Weisen vor. In einem Falle muß er mit aller Wahrscheinlichkeit durch Lösungen gebildet worden sein; im anderen ist seine Entstehung das Resultat pneumatolytischer Wirkungen. Nicht nur das Zusammenvorkommen, sondern auch der Habitus der Krystalle sind in den beiden Fällen verschieden.

Wir beginnen mit der ersten Varietät, welche in kleinen Drusen vorkommt, die von Quarz, manchmal von ein wenig Plagioklas begleitet, erfüllt sind. In diesen Drusen ist der Axinit immer von kleinen Büscheln nadelförmiger Turmalinkrystalle begleitet. Die Axinitkryställchen liegen direct

auf dem Quarz oder bedecken die Turmalinbüschel. Die Altersfolge in diesen Drusen ist: Quarz — Turmalin — Axinit.

Als noch jüngere Bildung wären einige sehr seltene Körnchen eines weißen Minerals zu erwähnen, welche auf dem Axinit sitzen. Vor dem Löthrohre schmelzen sie unter Anschwellen zu einem weißen, blasigen, durchscheinenden Glase; mit *HCl* geben sie gelatinöse Kieselsäure und mit Schwefelsäure behandelt ließen sie die Anwesenheit von Calcium erkennen durch Bildung mikroskopischer Gypskristalle. Es scheint demnach Laumontit vorzuliegen. Im Granit von Baveno ist nach Strüver¹⁾ der Axinit bisweilen auch von Laumontit bedeckt.

In diesen Drusenräumen kommen Krystalle eines weißlichen Quarzes vor, welche wahrscheinlich, mindestens zum Teil, jünger wie der Turmalin sind. In zwei kleinen Drusen wurde auch die Anwesenheit einer kleinen Menge einer chalcedonartigen Substanz beobachtet, welche vollkommen das Aussehen einer erhärteten Gelatine besitzt. Merkwürdig dabei ist, daß diese Abscheidung jünger ist als der größte Teil des Turmalins und älter als der Axinit, von welchem einige kleine Kryställchen auf der Kruste sitzen.

Ich denke, daß die Art des Auftretens des Axinit in diesen Drusen die von Herrn G. Spezia²⁾ geäußerten Meinungen bestätigt, nach welchen die Bildung des Turmalins und des Axinit auf Lösungen, welche auch Natriumborosilicat enthielten, zurückzuführen ist. Ich glaube, daß die Entstehung des Axinit durch die Wirkung geeigneter Lösungen große Wahrscheinlichkeit besitzt, im Hinblick darauf, daß ein Borosilicat, der Datolith, durch A. de Grammont³⁾ auf nassem Wege dargestellt wurde.

Die Axinitkryställchen dieser Drusen sind sehr klein, selten über 4 mm groß. Die Farbe ist sehr hellbraun, bei vollkommener Durchsichtigkeit.

Die an ihnen beobachteten Formen sind: $c\{001\}$, $M\{110\}$, $u\{111\}$, $r\{1\bar{1}1\}$, $l\{112\}$, $s\{101\}$, $x\{201\}$, $Y\{201\}$ (in der Aufstellung von Schrauf).

$\{111\}$, $\{1\bar{1}1\}$ und $\{001\}$ sind die vorherrschenden Formen; alle anderen sind immer sehr klein. In ihrem Habitus ähneln diese Krystalle (Fig. 28, Taf. VIII) jenen vom Onega-See, welche Schrauf⁴⁾ beschrieb. Sie eignen sich zu genauen Messungen wenig; es konnten nur folgende Winkel genauer bestimmt werden:

$(201):(111) = 30^{\circ}24'$	gem.	$30^{\circ}33'$	ber. ⁵⁾
$(111):(1\bar{1}1)$	64 30	-	64 22 -
$(111):(112)$	45 40	-	45 34 -

1) Atti Acc. Scienze, Torino 1867—68, p. 131.

2) Solubilità del quarzo nelle soluzioni di tetraborato sodico. Atti R. Acc. delle Scienze di Torino 1901, 36, Sitzung 24. März 1901. Ref. diese Zeitschr. 35, 507.

3) Production artificielle de la datholite. Compt. rend. 1894, 118, 83. Ref. diese Zeitschr. 22, 578.

4) Siehe Hintze S. 507, Fig. 29.

5) Nach den Constanten vom Rath.

Der Pleochroismus ist sehr deutlich; an verschiedenen Bruchstücken fand ich:

- a = gelblich,
- b = dunkelviolettblau,
- c = zimmtbraun.

Dünnere Schlitze sind sehr hell bräunlichgelb, fast farblos, und zeigen keinen Pleochroismus mehr. Sie enthalten einige spärliche Flüssigkeitseinschlüsse und noch seltener Einschlüsse eines schwarzen, undurchsichtigen Minerals, welches Stäbchen, oft nahezu senkrecht zu den Spaltbarkeitstracen bildet. K. Zimányi¹⁾ erwähnt ähnliche Einschlüsse im Axinit von Obira (Japan).

Wir kommen nun zur Besprechung der anderen Varietät, welche alle Eigenschaften eines Axinites zeigt (z. B. der Pyrenäen), welcher nach La-croix²⁾ seine Entstehung einer Fumarolenwirkung verdankt.

Diese Axinitkrystalle messen bis 5 mm in ihrer größten Dimension, sind von mehr oder weniger dunkelbrauner Farbe und bald vollkommen, bald unvollkommen durchsichtig.

Alle von mir beobachteten kleinen Drusen, welche diese Krystalle liefern, finden sich an Stellen, wo das Gestein eine eigentümliche Zusammensetzung besitzt, indem es aus Orthoklas, Plagioklas, Quarz, sehr wenig meist chloritischem Amphibol, wenig Titanit, Glimmer und bisweilen auch etwas Turmalin, welcher aber sehr selten und in sehr kleiner Menge vorkommt, besteht. Dieses Gestein, welches kleine Äderchen bildet, ist deutlich getrennt von dem umhüllenden, bald glimmerhaltigen, bald glimmerfreien Syenit. Die Drusen enthalten größere Quarz- und Oligoklaskrystalle, auf welchen sich der Axinit findet, der von Prehnit, manchmal auch von Glimmer in goldbraunen Blättchen und äußerst selten von Turmalin in sehr kleinen Nadeln oder Nadelbüscheln begleitet wird. Wie man sieht, sind diese Drusen von jenen der ersterwähnten Varietät sehr verschieden, besonders charakteristisch ist der fast völlige Mangel an Turmalin, welcher in den anderen Drusen sehr reichlich auftritt.

An einigen seltenen Stücken sind die axinitführenden Drusen sehr klein und die Axinite oft kaum 1 mm groß. Begleiter sind schwarzer Quarz, Titanit und Heulandit.

Der Turmalin ist, wenn überhaupt vorhanden, älter als der Axinit, Prehnit und Heulandit sind dagegen jünger. Der Prehnit umhüllt bisweilen vollkommen die Axinitkrystalle.

Die Axinitkrystalle dieser Drusen zeigen folgende Formen: $c\{001\}$, $m\{1\bar{1}0\}$, $s\{101\}$, $x\{201\}$, $u\{111\}$, $l\{112\}$, $h\{113\}$, $r\{1\bar{1}1\}$, $\pi\{1\bar{1}2\}$ und

1) Über einen Axinit von Japan. Diese Zeitschr. 1900, 82, 123.

2) Sur l'axinite des Pyrénées, ses formes et les conditions de son gisement. Bull. soc. franç. de miner. 1892, 115, 739. Ausz. diese Zeitschr. 24, 157.

die neue Form {885}. Wie die Figg. 28 und 29, Taf. VIII zeigen, ist der Habitus dieser Krystalle von jenem der vorher beschriebenen Krystalle (s. Fig. 27, Taf. VIII) sehr verschieden; sie sind alle nach der Kante ru mehr oder weniger verlängert.

Die Flächen von {111} und {1 $\bar{1}$ 1} sind fast immer treppenförmig gebildet und parallel der Combinationskante mit der Basis gestreift. Die Flächen von {001} sind mehr oder weniger stark parallel der Kante [001 : 111] gestreift; oft betrifft dies nur einen Teil der auch etwas gekrümmten Fläche, während der Rest eben und nicht gestreift erscheint.

Alle anderen Formen sind klein, mit Ausnahme von $\alpha\{2\bar{2}1\}$, $\pi\{1\bar{1}2\}$ und {885}, welche ziemlich groß sind. Die neue Form {885} wurde mit einer ziemlich großen und ebenen Fläche beobachtet, die eine gute Messung lieferte: $(001):(885) = 58^\circ 7' \text{ gem., } 58^\circ 12' \text{ ber.}$

Diese Krystalle zeigen einen Pleochroismus, welcher mit dem vorher beschriebenen identisch ist, nur ist er viel deutlicher.

Prehnit.

Er kommt in den charakteristischen, hellgrünen, selten etwas dunkleren Krystallgruppen vor. Selten sind fast farblose Krystalle.

Die Formen, welche sie zeigen, sind: {110}, {001} und {010}, die zwei letzteren immer vorherrschend. Häufig sind die Krystalle nach {001} tafelförmig und nach a verlängert, zuweilen aber auch nach c .

Die Spaltbarkeit nach der Basis ist sehr deutlich.

Die Basisschnitte zeigen die bekannten optisch anomalen Erscheinungen. Ebene der optischen Axen ist (010); der optische Axenwinkel in Luft ist sehr groß.

Vor dem Löthrohre schmilzt er leicht unter Anschwellen und Aufblättern in einem emailleartigen Glase; mit der Phosphorsalzperle erhält man eine schwache Eisenreaction.

Das Pulver ist weiß, etwas grünlich. Mit Natriumkaliumcarbonat liefert er eine deutliche Manganreaction.

Eine Analyse gab folgende Resultate:

SiO_2	43,23
Al_2O_3	24,27
Fe_2O_3	1,76
CaO	26,93
MgO	0,13
H_2O	4,24
	<hr/> 100,53

welche mit der Formel $H_2CaAl_2Si_3O_{12}$ des Prehnit sehr gut übereinstimmt.

Der Prehnit ist ein sehr häufiges Mineral im Syenit von Biella. Oft bekleidet er allein bald sehr kleine, bald ziemlich große Drusen. Die Wände dieser Höhlungen sind in den meisten Fällen von Rauchquarz und Feldspat gebildet. Viel seltener sind Spaltrisse, welche von Prehnit erfüllt sind, und sich in einem Knoten von Quarz, Feldspäten, Amphibol, Epidot, manchmal mit etwas Turmalin oder gelblichem Calcit, öffnen. An einigen dieser Stücke sind die Prehnitaggregate von einer dünnen Schicht von bräunlichen Epidotkryställchen bedeckt, welche jünger als der Prehnit selbst zu sein scheinen.

Der Prehnit bedeckt bisweilen gewisse Quarzkrystalle in einigen Drusen, welche sie erfüllen. Er kommt endlich auch in den Drusen mit Axinit und mit Molybdänglanz vor, welche schon besprochen wurden.

Sehr merkwürdig ist die Tatsache, daß der Syenit, in welchem die prehnitführenden Drusen sich finden, immer quarzreich ist.

Der Prehnit ist stets eine ziemlich recente Bildung, deren Entstehung der Abscheidung aus Lösungen zuzuschreiben ist.

Chabasit.

Viele Krystalle desselben zeigen nur das Rhomboëder {100}, das bald ganz regelmäßig, häufiger aber tafelförmig nach zwei Flächen (Fig. 30, Taf. VIII) ist. Die Dimensionen dieser Krystalle sind sehr wechselnd; die größten erreichen 3—4 mm.

Die Farbe ist meistens gelblich, doch sind fast farblose Krystalle auch nicht selten.

Die Flächen sind fast immer geknickt, krumm, stark gestreift; es gibt aber auch Krystalle, welche regelmäßig sind. Die von Becke für die optisch anomalen Chabasitkrystalle angegebene Streifung habe ich niemals beobachtet, auch in Schliffen nach den Rhomboëderflächen keine Spur von optischen Anomalien gefunden. Oft bestehen die Krystalle aus vielen Individuen in genau paralleler Verwachsung.

Vor dem Löthrohre schwellen die Krystalle an und schmelzen zu einem weißen oder gelblichen Glase (je nach ihrer ursprünglichen Farbe). Das Pulver ist durch Chlorwasserstoffsäure vollkommen zersetzbar.

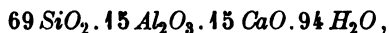
Die Analyse der gelblichen Krystalle lieferte folgende Zahlen:

SiO ₂	50,69	0,839	} 0,182
Al ₂ O ₃	18,42	0,180	
Fe ₂ O ₃	0,35	0,002	
CaO	10,05	0,179	} 0,188
(Na, K) ₂ O	0,71	0,009	
H ₂ O	20,57	0,142	
	<hr/> 100,79		

Dieser Chabasit ist wegen seiner Zusammensetzung ziemlich merkwürdig. Er gehört zu den kieselsäurereichsten Gliedern der Reihe, und auch der Calciumgehalt ist ein sehr hoher, charakteristisch ist die kleine Menge Alkalien. Die bisher bekannten Chabasitanalysen zeigen immer eine bedeutende Menge Natrium und Kalium, mit Ausnahme der Krystalle von Oberstein, welche, nach der Analyse von Hersch¹⁾, nur 0,72 % Na_2O enthalten.

Nach der Entdeckung des Offrétit durch Gonnard²⁾ wurde es wahrscheinlich, daß Chabasite mit $RO : Al_2O_3 \geq 1$ existieren; während der Offrétit $RO : Al_2O_3 > 1$ zeigt, habe ich vor zwei Jahren³⁾ die Chabasite der Leucitite der Umgegend Roms bekannt gemacht, bei welchen $RO : Al_2O_3 < 1$ ist. Der Chabasit des Syenits von Biella gehört zu den häufigsten Typen mit $RO : Al_2O_3 = 1$.

Aus meiner Analyse folgen die Verhältnisse:



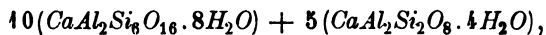
welche erfordern (I.):

	I.	II.
SiO_2	50,60	49,95
Al_2O_3	18,61	18,37
CaO	10,22	10,08
H_2O	20,57	21,60
	<hr/> 100,00	<hr/> 100,00

Wenn wir diese Formel annehmen, so folgt, daß der analysierte Chabasit des Syenits von Biella mit der Hypothese Strengs⁴⁾ nicht übereinstimmt. Nach dieser Hypothese sollen die Mineralien der Chabasitgruppe, wie bekannt, Mischungen der zwei Verbindungen



sein, für unseren Chabasit würde sich ergeben:



welche 100 H_2O verlangt, während nur 94 gefunden wurden. Nach letzterer Formel sind die Werte unter II. (s. oben) berechnet.

Übrigens, wie schon oben gesagt, kann man jetzt versichern, wie aus

1) Der Wassergehalt der Zeolithe. Inaug.-Diss. Zürich 1887. Ausz. diese Zeitschrift 17, 216.

2) Sur l'offrétite, espèce minérale nouvelle. Compt. rend. 1890, 111, 4002. Ref. diese Zeitschr. 21, 265.

3) Kurzer Beitrag zur chemischen Kenntnis einiger Zeolithe der Umgegend Roms N. Jahrb. f. Min., Geol. usw. 1902, 2, 63—96.

4) Über den Chabasit. Ber. d. Oberhess. Ges. f. Natur- u. Heilkunde 1877, 16, 74. Ausz. diese Zeitschr. 1, 519.

meiner citierten Arbeit hervorgeht, daß die Annahme Strengs keine allgemeine Gültigkeit besitzt.

Der Chabasit ist in den Drusen und Klüften des Syenits von Biella nicht häufig; er ist von Amphibol, Pyrit, Calcit, Epidot und Magnetit begleitet; bisweilen kommt mit dem Chabasit auch Heulandit vor.

Wo diese Drusen sich finden, hat das Gestein fast immer ein eigenümliches Aussehen. Charakteristisch ist der Reichtum an Pyrit und in einigen häufigeren Proben auch an titanhaltigem Magnetit. Die relativen Mengen und die Dimensionen der verschiedenen Bestandteile sind sehr wechselnd. An einigen Proben sind sie so groß, daß sie mit bloßem Auge noch erkannt werden können, aber an anderen Stellen, wo das Gestein eine bläulichgraue Farbe zeigt, sind die Elemente sehr fein. An diesen letzteren fand ich in Dünnschliffen: Orthoklas, Plagioklas, reichlich Amphibol, Epidot, Pyrit, Magnetit, Ilmenit (manchmal sehr schön in Titanit umgewandelt), Apatit in deutlichen Kryställchen, Biotit und selten einige Pyroxenkryställchen. Pyroxen in Nadelchen, welche bis 3 mm nach der Axe *c* erreichen, kommt, obwohl ganz selten, vor in Gesteinsstücken von heller Farbe, deren Hauptbestandteile ziemlich groß sind und vorwiegend aus Feldspat bestehen.

Der Chabasit ist immer jüngsten Ursprunges.

Desmin.

Das Mineral ist äußerst selten; ich fand es nur an einem einzigen Stücke in wenigen Täfelchen in Rissen einiger großer zersetzter Feldspatkrystalle. Daneben fanden sich Laumontit in weißen Krystallen der gewöhnlichen Combination {110} {101} und Epidot in dunkelgrünen oder hellgrünlichen Nadelchen. Die Krystalle sind nach {010} tafelförmig und unvollkommen begrenzt von sehr kleinen Flächen des Prismas {110}. Den Winkel (010):(110) fand ich zu etwa 60°; der berechnete Wert ist 59°25' nach v. Lasaulx.

Die Desmintäfelchen sind vollkommen durchsichtig und farblos, und zeigen leichte Spaltbarkeit nach {010}. Ebene der optischen Axen ist {010}; auf dieser Fläche ist der Winkel zwischen einer Auslöschungsrichtung und der Kante [010:110] zwischen 7 und 9° schwankend, an einigen sehr schönen Blättchen erhielt ich 7°40'.

Die chemischen Eigenschaften stimmen mit jenen des Desmin überein.

Laumontit.

Dieses Mineral bildet nach der Verticalaxe verlängerte Krystalle von 2—40 mm Länge, von weißer Farbe und geringer Durchsichtigkeit, aber deutlichem Glanz, wenn sie frisch sind.

Sie zeigen nur die einfache, gewöhnliche Combination $\{110\}$, $\{\bar{1}01\}$ (Aufstellung von Des Cloizeaux). Die Winkel sind jenen von Des Cloizeaux berechneten fast gleich:

$$\begin{array}{rclcl} (110):(\bar{1}0\bar{1}) & = & 66^{\circ}30' & \text{gem.} & 66^{\circ}30' & \text{ber.} \\ (110):(\bar{1}\bar{1}0) & & 93 \ 40 & - & 93 \ 44 & - \end{array}$$

Auf $\{110\}$ bildet eine Auslöschungsrichtung mit der Axe c einen Winkel von etwa 10° . Ebene der optischen Axen parallel (010) . Ein Schliff lieferte:

$$\begin{array}{rcl} 2E & = & 51^{\circ}45' \text{ rotes Glas,} \\ & & 56 \quad \text{blaues Glas.} \end{array}$$

Dieser Zeolith ist ziemlich selten. Er kommt in einigen Drusen vor, welche von Rauchquarkrystallen, bisweilen auch von wenig Feldspat erfüllt sind. Der Laumontit bedeckt mit seinen zierlichen, kleinen Krystallen meist den Quarz, seltener den Feldspat. Um die Drusen herum zeigt das Gestein zahlreiche seidenglänzende Laumontitkrusten, welche bald ziemlich verbreitert, bald kleiner sind.

Heulandit.

Dieser Zeolith ist selten, die Krystalle erreichen eine Größe von 2 mm bis 10 mm, meist aber nur 4—5 mm. Oft bilden sie unregelmäßige Gruppen; manchmal auch parallele Verwachsungen.

Farbe und Glanz sind ziemlich wechselnd. Bald sind sie undurchsichtig, weiß und matt, bald wieder fast farblos und stark glänzend. Die Spaltungsflächen zeigen ihren gewöhnlichen Perlmutterglanz.

Die beobachteten Formen sind die gewöhnlichen: $c\{001\}$, $m\{110\}$, $t\{101\}$, $s\{\bar{1}01\}$ (Aufstellung von Des Cloizeaux), welche die folgenden zwei nahezu gleich häufigen Combinationen bilden: 1) cts , 2) $ctsm$.

Sehr wechselnd ist der Habitus. $\{110\}$ ist immer sehr klein; ebenso die Basis an den meisten Krystallen, obwohl sie zuweilen ziemlich groß ist. $\{101\}$ und $\{\bar{1}01\}$ sind von wechselnder Größe; gewöhnlich ist $\{\bar{1}01\}$ vorherrschend. Häufig sind die Krystalle nach $\{010\}$ mehr oder weniger tafelförmig, oft auch nach $\{101\}$ oder $\{\bar{1}01\}$ sehr tafelförmig; sehr selten sind nach allen drei Dimensionen mit $\{101\}$ und $\{\bar{1}01\}$ gleich entwickelte Krystalle.

Die Flächen der weißen, undurchsichtigen, matten Kryställchen sind vollkommen eben und regelmäßig; jene der anderen Krystalle sind meistens geknickt, wie es fast immer am Heulandit der Fall ist.

Es wurden einige optische Untersuchungen ausgeführt, um zu sehen, ob der Heulandit des Syenits von Biella die optischen Anomalien zeigt, welche Mallard und Rinne eingehend untersuchten.

Die analysierten Krystalle (siehe unten) sind undurchsichtig, und konnten

daher nur Spaltungsflächen benutzt werden; diese zeigen niemals eine deutliche Sectorenteilung, an den centralen Spaltungsplatten ist sie nur angedeutet. In einem Dünnschliffe fand ich $Bx_0 : c = +52^\circ$ ca. $2E$ liefert etwas schwankende Werte: $31^\circ 20' - 35^\circ$ (*Na*-Licht).

Andere kleine Krystalle, welche in einigen Proben von verändertem Syenit vorkommen (welcher aus Orthoklas, Oligoklas, sehr wenig Amphibol, viel Magnetit, Pyrit usw. besteht), zeigen im parallelen polarisierten Lichte eine complicierte Structur nicht nur an den inneren (wie Rinne an den von ihm untersuchten Fundorten fand), sondern auch an den oberflächlichen Schliffen. Die Sectorenteilung ist ziemlich deutlich und entspricht vollkommen den Beobachtungen Rinnes. Die Sektoren besitzen immer undeutliche Auslöschung und enthalten selbst Teile mit verschiedener Orientierung. Im convergenten Lichte geben die inneren Schliffe gestörte Axenbilder, welche nur die Hyperbel zeigen, während die oberflächlichen deutlichere Bilder liefern, welche wenigstens eine Andeutung von Lemniscaten und Ringen geben. An allen Sektoren eines centralen Schliffes fand ich $2E = 37\frac{1}{2}^\circ$ für *Na*-Licht, aber der optische Axenwinkel schwankt nicht nur von Krystall zu Krystall, sondern auch an Blättchen desselben Krystalls sehr. Drei Blättchen, welche aus einem Krystalle hergestellt wurden, gaben:

I.	48° 30'	weißes Licht
II.	35	- -
III.	37 45	- -

vom Inneren nach außen.

Einige Beobachtungen wurden auch an den Heulanditkrystallen der »Chabasitgesteine« angestellt. Sie zeigen niemals Sectorenteilung; $2E$ ist auch hier wechselnd. Drei Messungen lieferten:

$$2E = 43^\circ 20', 37^\circ 45', 32^\circ 30', \text{Na-Licht.}$$

Das zur Verfügung stehende Material war nicht geeignet, die Lage der Ebene der optischen Axen genau zu bestimmen.

Die für $2E$ erhaltenen Werte sind etwas kleiner als die gewöhnlich angegebenen. Es ist bekannt, daß $2E$ am Heulandit zwischen 0° und 92° schwankt, doch ist er gewöhnlich etwa 52° oder mehr, selten weniger.

Ich habe eine Analyse der weißlichen, undurchsichtigen Kryställchen, welche von verändertem Epidot und Magnetit begleitet sind, ausgeführt. Es ist schwer, reines Material zu erhalten, weil die Kryställchen hier und da durch Epidotschichten bedeckt sind, und manchmal so viele Magnetitkryställchen enthalten, daß sie durch den Magneten angezogen werden.

Concentrierte Chlorwasserstoffsäure zersetzt sie vollkommen auch bei Anwendung des Wasserbades nur sehr schwer. Die Analyse wurde durch Schmelzen mit Natriumkaliumcarbonat ausgeführt und gab folgende Resultate:

SiO_2	52,62	
Al_2O_3	19,36	mit Spuren Fe_2O_3
CaO	11,24	
MgO	Spur	
H_2O	17,74	
	<hr/>	
	100,63 ¹⁾	

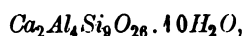
Das Pulver war bei 100° getrocknet.

Die Zusammensetzung dieses Heulandits weicht von jener der bisher untersuchten Heulandite ziemlich ab. Unser Heulandit enthält 5—6% weniger Kieselsäure als die anderen und eine größere Menge Aluminium; ferner ist der Calcium- und Wassergehalt hoch.

Es ist zu bemerken, daß die von mir gefundene Zusammensetzung mit jener einiger Desmine, nämlich von Elba (Grattarola und Sansoni), Dumbarton (Thomson), Skye (Haughton), Curicó (Darapski) und Bordü (Beudant, Hypostilbit) fast identisch ist.

	Elba:	Dumbarton:	Skye:	Curicó:	Bordü:
SiO_2	52,34	52,50	52,40	52,67	52,43
Al_2O_3	16,94	17,32	17,98	19,80	18,32
CaO	9,22	11,52	9,97	11,25	8,10
Na_2O	1,80	—	1,40	—	2,41
			(0,03 K_2O)		
H_2O	19,23	18,45	17,83	16,29	18,70
MgO	0,41	—	0,36	—	—
	<hr/>	<hr/>	<hr/>	<hr/>	<hr/>
	99,94	99,79	99,97	100,01	99,96

Aus meiner Analyse folgt die Formel:



welche folgende Zahlen erfordert:

SiO_2	52,25
Al_2O_3	19,65
CaO	10,78
H_2O	17,32
	<hr/>
	100,00

Der Heulandit ist ein im Syenit von Biella seltenes Mineral, doch kommt er in wechselnder Weise vor. Wenige Krystalle von wachswisser Farbe finden sich in einigen kleinen Höhlungen, welche von Quarz und Orthoklas bekleidet sind. Schöne Kryställchen oder Krystallgruppen finden sich in den Drusen des Gesteins, welcher eine feine Structur und dunkle

1) Auf Alkalien wurde nicht geprüft.

Farbe besitzt und an Magnetit und Pyrit reich ist. In diesen Drusen und Klüften ist der Heulandit meist von Chabasit, Calcit und Epidot, seltener nur von den zwei letzteren Mineralien begleitet. Die analysierten weißen Krystalle, begleitet von Epidot und Magnetit, stammen aus einigen seltenen Drusen, welche sich finden, wo das Gestein die Zusammensetzung eines Glimmersyenits mit sehr zurücktretendem Amphibol und einigen Pyritkörnern hat.

Endlich findet sich der Heulandit auch in Spalten von Gesteinen, welche aus Feldspat (vorwiegend Orthoklas und Plagioklas), wenig Amphibol, viel Magnetit, Pyrit usw. bestehen. Sie sind oft verändert, so daß der secundäre Epidot an ihnen sehr häufig ist.

Der Heulandit ist zweifellos viel älter als die anderen Zeolithe, welche im Syenit von Biella vorkommen.

Turin, chemisches Laboratorium der Scuola
di Applicazione per gli Ingegneri.

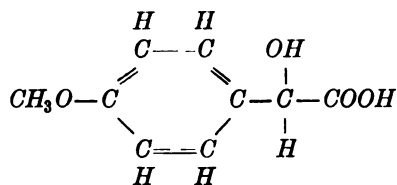
XI. Krystallographische Untersuchung der racemischen und activen p-Methoxymandelsäure.

Von

F. Zambonini in Turin.

(Mit 8 Textfiguren.)

Durch die schönen und wichtigen Studien von F. St. Kipping und W. J. Pope¹⁾ über die krystallographischen Eigenschaften einiger racemischer Verbindungen und ihrer optischen Antipoden wurde von neuem die Aufmerksamkeit der Gelehrten auf diese wichtige Frage gelenkt. Es ist nunmehr festgestellt, daß die wahren racemischen Verbindungen²⁾ eine Krystallform besitzen, welche von derjenigen der Antipoden verschieden ist. Man hat aber bis jetzt keine Beziehung zwischen den Krystallformen beider erkannt. Da nur fortgesetzte und zahlreiche krystallographische Bestimmungen die Auflösung der Frage bewirken können, so freute ich mich sehr, als Prof. P. v. Groth während meines Aufenthaltes in München mir die Untersuchung der soeben von Dr. Knorr³⁾ dargestellten p-Methoxymandelsäure



überließ.

Mit vorliegender Arbeit, welche im mineralogischen Institute der Universität München ausgeführt wurde, bringe ich einen neuen Baustein, welcher vielleicht für die Auffindung der Beziehungen zwischen der Krystallform der r-Verbindungen und ihrer optischen Antipoden nicht nutzlos ist.

1) Über Racemie und Pseudoracemie. Diese Zeitschr. 1899, 80, 443 ff.

2) Im Sinne von Kipping und Pope.

3) Ber. d. d. chem. Ges. 1904, 37, 3172.

Rechtsdrehende p-Methoxymandelsäure

mit 2 Mol. Krystallwasser.

Spec. Gew. 1,339 bei 18° C. Zambonini.

Monoklin spheñoldisch.

$$a : b : c = 1,4199 : 1 : 2,1345; \beta = 100^{\circ} 44' 1'.$$

Beobachtete Formen: $c\{001\}$, $a\{100\}$, $m\{110\}$, $\mu\{1\bar{1}0\}$, $d\{101\}$, $r\{101\}$, $o\{1\bar{1}\bar{1}\}$. Die Krystalle können bis 12 mm in der Richtung der b -Axe erreichen, nach welcher sie immer verlängert sind. In der Zone $[010]$ sind die vorherrschenden Formen $\{001\}$ und $\{101\}$, von welchen eine gewöhnlich etwas größer als die andere ist. Selten kommen neben diesen Formen noch $\{100\}$ und $\{101\}$ vor, welche im allgemeinen klein sind. $\{110\}$ und $\{1\bar{1}0\}$ sind klein; $\{1\bar{1}\bar{1}\}$ wurde nur einmal beobachtet. Der häufigste Typus ist aus Fig. 1 zu ersehen; auch jener der Fig. 2 ist

Fig. 1.

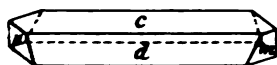
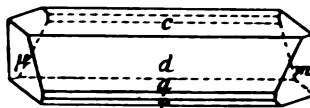


Fig. 2.



ziemlich häufig. Die Krystalle dieser Säure sind nur ganz selten an den Enden der Axe b begrenzt, und wenn es der Fall ist, kommen nur an einem Ende Flächen vor. Zwillinge nach (010) sind sehr selten und schlecht ausgebildet. Selten sind auch Zwillinge nach (001) zu beobachten. Deutliche Ätzfiguren konnten nicht erhalten werden; ferner verwittern die Krystalle an der Luft sehr rasch und werden weiß, undurchsichtig.

	Kanten:	Gemessen Mittel:	Berechnet:
$m : m = 110 : 1\bar{1}0$		$= 71^{\circ} 16'$	$71^{\circ} 16'$
$m : a = 110 : 100$		$*54 \ 22$	—
$m : c = 110 : 001$		$83 \ 46\frac{1}{2}$	$83 \ 45$
$a : c = 100 : 001$		$*79 \ 14$	—
$c : d = 001 : 101$		$*49 \ 2$	—
$d : a = 101 : 100$		$30 \ 4$	$30 \ 12$
$c : r = 001 : 101$		$64 \ 7$	$64 \ 0$
$a : r = 100 : 101$		$36 \ 48$	$36 \ 46$

 Deutliche Spaltbarkeit nach $\{100\}$.

Ebene der optischen Axen $\perp (010)$. Durch (001) ist eine Axe sichtbar, welche mit der Normale zur Fläche einen Winkel von $40^{\circ} 30'$ (Na-Licht)

†) Diese Constanten wurden aus den an der rechtsdrehenden, sowie an der linksdrehenden Säure gemessenen Winkeln berechnet.

bildet. Auf (100) bildet eine Axe mit der Normale zur Fläche $23^{\circ}30'$ (weißes Licht), auf (101) einen Winkel von $34^{\circ}30'$ (weißes Licht).

Die **linksdrehende Säure** zeigt dieselben Formen, wie die vorhergehende, mit Ausnahme von $\{1\bar{1}\bar{1}\}$, welche an ihren Krystallen nie beobachtet wurde. Ferner finden hier einige Unterschiede im Habitus statt; häufig sind zwar auch hier die Typen der Figg. 1—2, aber sehr häufig sind bei dieser Säure sehr tafelförmige Krystalle (oft nach der Basis, manchmal nach $\{101\}$), während die Formen $\{101\}$ und $\{001\}$ bei den

Fig. 3.

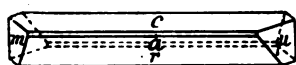
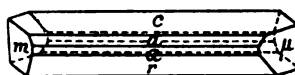


Fig. 4.



rechtsdrehenden Krystallen nicht stark verschiedene Größe haben. Ferner zeigt die l-Säure oft nach b prismatische Krystalle, wie jene der Fig. 3 und 4, was bei der d-Säure sehr selten der Fall ist.

Racemische wasserfreie p-Methoxymandelsäure.

Krystalle aus Äther. Schmelzpunkt 108° — 109° C. Knorr.

Spec. Gew. 1,397 bei 16° . Zambonini.

Monoklin prismatisch.

$$a : b : c = 1,7997 : 1 : 3,6320; \quad \beta = 103^{\circ}36'.$$

Beobachtete Formen: $c\{001\}$, $a\{100\}$, $m\{110\}$, $o\{1\bar{1}1\}$, $r\{101\}$, $t\{102\}$, $s\{201\}$.

Die Krystalle sind ziemlich groß, sie erreichen bis 7—8 mm in der größten Dimension und sind stets zu Büscheln vereinigt. Die Basis ist immer stark vorherrschend. Die aus zwei verschiedenen Krystallisationen erhaltenen Krystalle zeigten zwei Typen.

Der erste (Fig. 5) ist dadurch charakterisiert, daß die Krystalle nicht oder (selten) sehr wenig nach der Axe b verlängert sind; die gewöhnliche

Fig. 5.

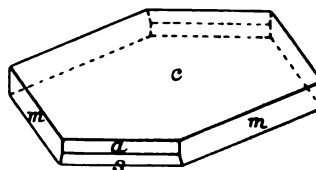


Fig. 6.

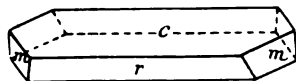
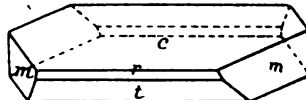


Fig. 7.



Combination ist $\{001\} \{110\} \{100\} \{201\}$, manchmal auch mit $\{101\}$; eine viel seltenere Combination ist $\{001\} \{110\} \{100\} \{101\}$. Die Krystalle des zweiten Typus (Fig. 6, 7) sind immer nach b verlängert; sie zeigen gewöhnlich

die Formen {001}, {110}, {101}, {102}; letztere fehlt manchmal oder ist sehr klein; an einigen Krystallen ist sie größer als {101}. Nur einmal wurde die Combination {001} {110} {111} {101} beobachtet; {111} hatte kleine, schlechte Flächen.

	Kanten:	Gemessen Mittel:	Berechnet:
$m : m =$	$\{110\} : \{1\bar{1}0\}$	$= 120^{\circ} 36'$	$120^{\circ} 30'$
$a : m =$	$\{100\} : \{110\}$	$60 \ 27$	$60 \ 15$
$c : m =$	$\{001\} : \{110\}$	$*83 \ 18$	—
$c : r =$	$\{001\} : \{101\}$	$*75 \ 0$	—
$c : s =$	$\{001\} : \{201\}$	$89 \ 13$	$89 \ 15\frac{1}{2}$
$r : t =$	$\{101\} : \{102\}$	$22 \ 50$	$22 \ 52$
$a : r =$	$\{100\} : \{101\}$	$28 \ 28$	$28 \ 26$
$r : m =$	$\{101\} : \{110\}$	$*64 \ 10$	—

Die Ätzfiguren waren symmetrisch.

Spaltbarkeit nach der Basis sowie nach {201}; beide sind wenig ausgezeichnet.

Ebene der optischen Axen \parallel {010}, durch {201} sieht man eine optische Axe, welche mit der Normalen zur Fläche einen Winkel von $16^{\circ} 50'$ (Na-Licht) bildet, durch {001} eine (wahrscheinlich die spitze) Mittellinie, welche zur Normalen 16° ca. (Na-Licht) nach vorn geneigt ist. Der Winkel der optischen Axen ist groß: $2E$ etwas größer als 90° geschätzt.

Rechtsdrehende wasserfreie p-Methoxymandelsäure.

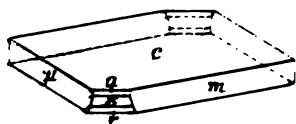
Schmelzpunkt 104° — 105° C. Knorr. Spec. Gew. 1,354 bei 16° .

Zambonini. Krystalle aus Äther.

Monoklin sphenoidisch.

$$a : b : c = 4,4207 : 4 : 3,3445; \beta = 93^{\circ} 47\frac{1}{2}'.$$

Fig. 8.



Beobachtete Formen: $c\{001\}$, $a\{100\}$, $m\{110\}$, $\mu\{1\bar{1}0\}$, $r\{101\}$, $s\{201\}$ (Fig. 8).

Es ist sehr schwer, gut ausgebildete Krystalle zu erhalten. Sie bilden immer kleine, sehr dünne Täfelchen nach der Basis {001}. Sie sind nie nach b verlängert, die Orthodomen sind oft stark verkürzt. Die meisten Krystalle zeigen die Combination {001} {110} {110} {100} {201}, seltener kommt auch {101} vor. {201} ist immer die ausgedehnteste Form der Zone [010].

	Kanten:	Gemessen Mittel:	Berechnet:
$m : \mu =$	$\{110\} : \{1\bar{1}0\}$	$= *109^{\circ} 36'$	—
$c : m =$	$\{001\} : \{110\}$	$*87 \ 49$	—
$c : r =$	$\{001\} : \{101\}$	$70 \ 30 \text{ ca.}$	$70^{\circ} 12\frac{1}{2}'$

	Kanten:	Gemessen (Mittel):	Berechnet:
$c : s = (001) : (\bar{2}01)$		$= *81^{\circ}39'$	—
$a : c = (100) : (001)$		86 48	$86^{\circ}42\frac{1}{2}'$
$a : s = (100) : (20\bar{1})$		11 57	12 $8\frac{1}{2}$

Mit Äther, sowie auch mit Ligroin erhielt ich auf der Basis verschiedenartig ausgebildete, aber immer symmetrische Ätzfiguren, welche den Umriß des Krystalles besitzen. Mit Ätherdampf konnte ich neben symmetrischen auch unsymmetrische Ätzfiguren erhalten, welche so die Zugehörigkeit der vorliegenden Krystalle zu der spheoïdischen Klasse des monoklinen Systems bewiesen.

Deutliche Spaltbarkeit nach $\{201\}$.

Durch die Spaltfläche ist eine optische Axe sichtbar, welche mit der Normalen zur Fläche einen Winkel von $43^{\circ}30'$ (Na -Licht) bildet. Ebene der optischen Axen $\parallel (010)$. Durch (001) ist eine Mittellinie sichtbar, welche 13° nach hinten (Na -Licht) gegen die Normale zur Fläche geneigt ist. $2E = 76^{\circ}30'$ (Na -Licht) (geschätzt). Wenig deutliche Dispersion, $\rho > \nu$. Deutliche geneigte Dispersion.

Die **linksdrehende Säure** ist sehr schwer krystallisierbar. Zahlreiche Versuche, meßbare Krystalle zu erhalten, waren erfolglos. Sie bildet sehr dünne Täfelchen, welche die Formen der enantiomorphen, rechtsdrehenden Säure zeigen.

Es ist zweifellos von einem gewissen Interesse das deutliche und merkwürdige Nahestehen der Krystallformen der wasserfreien und der wasserhaltigen optisch activen p-Methoxymandelsäure.

Nehmen wir $\{201\}$ der wasserfreien Säure als $\{301\}$, so erhalten wir:

$$\begin{array}{ll} \text{Hydrat} & a : b : c = 1,4199 : 1 : 2,1315; \quad \beta = 100^{\circ}44' \\ \text{wasserfrei} & = 1,4207 : 1 : 2,2277; \quad \beta = 93 \ 47\frac{1}{2}, \end{array}$$

was eine unverkennbare Ähnlichkeit zeigt. Aber wir können eine noch befriedigendere Vergleichung darstellen, wenn wir die Formen $\{001\}$, $\{100\}$, $\{110\}$, $\{1\bar{1}0\}$, $\{101\}$, $\{201\}$ der wasserfreien Krystalle als $\{001\}$, $\{30\bar{1}\}$, $\{33\bar{1}\}$, $\{3\bar{3}1\}$, $\{301\}$, $\{100\}$ betrachten. Die Constanten werden dann:

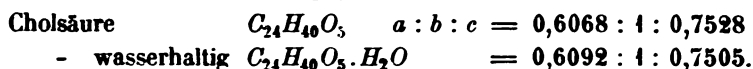
$$\begin{array}{ll} \text{Hydrat} & a : b : c = 1,4199 : 1 : 2,1315; \quad \beta = 100^{\circ}44' \\ \text{wasserfrei} & = 1,4207 : 1 : 2,2466; \quad \beta = 98 \ 24'). \end{array}$$

Der Unterschied ist gering und man kann aus vorstehenden Bemerkungen die Schlußfolgerung ziehen, daß bei der vorliegenden Verbindung das Eintreten von zwei Molekülen Krystallwasser nur einen geringen Einfluß auf die Krystallform der wasserfreien Verbindung ausübt.

1) Aus den Winkeln: $(001) : (100) = 81^{\circ}39'$
 $(001) : (33\bar{1}) \quad 87 \ 49$
 $(010) : (3\bar{3}1) \quad 35 \ 42 \quad \text{berechnet.}$

Es ist auch zu erwähnen, daß bei Anwendung der letzterwähnten Aufstellung beide Säuren nach derselben Form, nämlich {100}, spalten.

Die Fälle einer so großen Ähnlichkeit zwischen den krystallographischen Constanten der wasserhaltigen und wasserfreien Krystalle derselben Verbindung sind nicht zu häufig; ich kann z. B. die interessante Vergleichung der Cholsäuren von Beckenkamp¹⁾ erwähnen:



Sind die Krystallformen der wasserfreien und wasserhaltigen optisch activen p-Methoxymandelsäuren sehr nahestehend, so haben wir dagegen einen großen Unterschied zwischen den racemischen und den activen Krystallen, und keine mögliche Veränderung in der Aufstellung kann diese Formen einander nähern. Die wichtigsten entsprechenden Winkel zeigen beträchtliche Differenzen.

Racemische Säure:		Optisch active Säure:	
(110) : (110)	= 120° 30'		109° 36'
(001) : (110)	83 48		87 49
(001) : (101)	75 0	(001) : (201)	81 39

Auch die optischen Eigenschaften sind sehr verschieden.

Wir haben also eine neue Bestätigung der Regel, nach welcher die activen Säuren eine andere Krystallform besitzen, als die racemische Verbindung (wenn es sich um einen wirklichen racemischen Körper handelt), und dies erscheint natürlich, wenn man bedenkt, wie verschieden alle physikalischen Eigenschaften der activen Verbindungen und ihrer Racemkörper sind.

Mit Ausnahme weniger Fälle ist der Schmelzpunkt der racemischen Verbindung verschieden von jenem ihrer Componenten, häufiger größer als kleiner. Die p-Methoxymandelsäure gehört zur ersteren Klasse, d. h. jener der racemischen Verbindungen, welche höher schmelzen als die optischen Antipoden.

Liebisch²⁾, Marchlewski³⁾ und Winther⁴⁾ erkannten, daß die Verbindung der optisch isomeren Körper zu einer krystallisierten racemischen Verbindung unter Contraction stattfindet. Die von mir bestimmten specifischen Gewichte stimmen mit dieser Regel vollkommen überein.

Nach P. Walden⁵⁾ entspricht der höher schmelzenden (activen oder

1. Diese Zeitschr. 1887, 12, 169.

2. In O. Wallach: 34. Abhandlung über Terpene und ätherische Öle. Liebigs Ann. d. Chemie 286, 134.

3. Über Racemie. Ber. d. d. chem. Gesellsch. 1895, 28, 164; s. auch 25, 1564.

4. Zur Theorie der Spaltungen der racemischen Formen. Ber. d. d. chem. Ges. 1895, 28, 3004.

5. Zur Charakteristik optisch-isomerer Verbindungen. Ber. d. d. chem. Ges. 1896, 29, 1692.

inactiven) Form die geringere Löslichkeit und das geringere Molekularvolumen«. Für die p-Methoxymandelsäure hat diese Regel Gültigkeit, aber es ist zu bemerken, daß O. Lutz¹⁾ vor kurzem fand, daß der zweite Teil der Waldenschen Regel (der geringeren Löslichkeit entspricht das größere spezifische Gewicht) für die β -Malamid- und die β -Benzylmalamidsäuren seine Gültigkeit verliert.

Von einigen Forschern wurden die racemischen Verbindungen mit den Doppelsalzen verglichen, und in Übereinstimmung mit dieser Hypothese stehen die beiden Tatsachen, daß das spezifische Gewicht der Verbindung meistens höher als jenes der zwei optischen Antipoden ist, und daß die Krystallform der r-Verbindung in morphotropischer Beziehung mit jener der optisch activen Antipoden steht; beide Erscheinungen kommen an den Doppelsalzen vor.

Ich glaube aber, daß jene, welche annehmen, daß der Unterschied zwischen einer racemischen Verbindung und ihren Antipoden noch tiefer ist, vielleicht mehr im Recht sind. Und ich stütze meine Meinung auf die Tatsache, daß manchmal das chemische Verhalten der r-Verbindung von jenem der optischen Antipoden verschieden ist. Ich will hier nur die merkwürdige Erscheinung, welche V. Paolini²⁾ beobachtete, erwähnen. Paolini fand, daß, während die r-Trimethylbernsteinsäure durch die Wirkung von Acetylchlorid und Anilin als Endproduct der Reaction die Anilsäure liefert, die zwei activen Säuren direct die Aniline geben.

Schließlich will ich bemerken, daß die Krystallformen der racemischen Mandel- und p-Methoxymandelsäure in morphotropischer Beziehung stehen. Nehmen wir an der letzteren Säure $\{201\}$ als $\{100\}$, $\{110\}$ als $\{221\}$ und $\{001\}$ als $\{001\}$, so erhalten wir folgende Vergleichung:

Mandelsäure $2a:b:c = 1,5346:1:3,4852$; $\beta = 90^\circ 0'$ Heusser,
p-Methoxy- - $a:b:c = 1,8004:1:3,5324$; $\beta = 89^\circ 15\frac{1}{2}'$ Zambonini.

Der Ersatz von einem H-Atom durch die Gruppe OCH_3 übt eine viel stärkere morphotropische Wirkung auf die Axe a als auf die Axe c aus.

1) Über die optisch-isomeren Benzylmalamidsäuren. Ber. d. d. chem. Ges. 1904, 37, 2423.

2) Scissione dell' acido trimetilsuccinico nei suoi antipodi ottici. Gazz. chim. ital. 1900, 30, 2 T., 506.

3) Aus den Winkeln:

$$\begin{array}{ll} (001):(100) & = 89^\circ 15\frac{1}{2}' \\ (221):(2\bar{2}\bar{1}) & 120\ 30 \\ (22\bar{1}):(00\bar{1}) & 83\ 48 \end{array}$$

berechnet.

XII. Kürzere Originalmitteilungen und Notizen.

1. E. von Fedorow (in Petrowskoje-Razumowskoje bei Moskau): **Notiz betreffend ein Minimumproblem in der Gestaltenlehre.**

Es gibt eine Anzahl ausländischer Forscher in der Gestaltenlehre, welche keinerlei Rücksicht nehmen auf die bezüglichen russischen Arbeiten, welche während der letzten drei Jahrzehnte erschienen sind. So kommt es nicht nur vor, daß schon bekannte Sätze als etwas Neues dargestellt werden, sondern sogar mißlungene Versuche werden erwähnt, einige Probleme zu lösen, deren Lösung in vollendeter Form schon veröffentlicht wurde.

Als ein solches Beispiel erwähne ich die Arbeiten von Hrn. F. Haag und speciell das von demselben aufgestellte Problem über Hexakisoktaëder von kleinster Oberfläche bei gegebenem Inhalte. Von diesen Versuchen nehme ich Kenntnis aus dieser Zeitschr. 14, 502 und 38, 512. Trotzdem wurde dasselbe Problem nicht nur speciell in bezug auf das Hexakisoktaëder, sondern überhaupt auf typische Isoëder und subtypische Isogone vollständig gelöst, und die hierzu gehörenden Gestalten als mesosphärische bezeichnet. Der Fall des Hexakisoktaëders ist dabei ein ganz specieller, und erlaube ich mir hier, die Resultate an diesem speciellen Falle zu demonstrieren.

Als mesosphärische Gestalt ist dasselbe also zwischen zwei concentrischen Kugeln zugleich eingeschrieben und umschrieben. Daraus folgt, daß seine sämtlichen Eckpunkte vom gemeinsamen Mittelpunkte beider Kugeln gleich entfernt sind, und diese Distanzen können sämtlich als Einheit angenommen werden. Nun ist dieses Polyëder leicht durch die Axenlänge zu charakterisieren.

Es sei O_1 die erste und O_2 die zweite Axe (Fig. 1 auf S. 278), und die Gerade Oa die Bisectrix des rechten Winkels $\angle O_1 O_2$.

Nun haben wir $O_1 = Oa = ab = b_2 = 1$ (Einheit). Außerdem $Ob = \sqrt{Oa^2 + ab^2} = \sqrt{2}$. Folglich ist die zweite Axenlänge $O_2 = Ob + b_2 = \sqrt{2} + 1 = \sqrt{2} + \sqrt{1}$.

Behufs Auffindung der dritten Axenlänge betrachten wir den Schnitt durch die Axen $[110]$ und $[001]$ (Fig. 2).

Der Kürze wegen bezeichnen wir den Winkel zwischen $[001]$ und $[111]$ durch α (für diesen Winkel haben wir $\cos \alpha = 1/\sqrt{3}$) und die Differenz d (rechter Winkel, d. h. 90°) — α durch 2β .

Dann lesen wir aus der Fig. 2 $Oa = Ob = 1$, und außerdem $bc = c_3$, wo bc die zu Ob senkrechte Gerade ist.

Da α der Winkel ist, welchen die dreizählige Symmetrieaxe mit drei rechtwinkligen Hauptaxen bildet, und da bc die zu Ob senkrechte Gerade ist, so ist die Strecke Oc als die Diagonale des Würfels anzusehen, dessen Kante Ob gleich 1 ist.

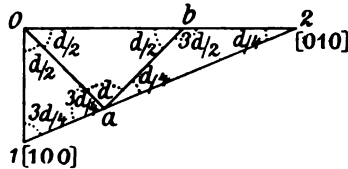


Fig. 1.

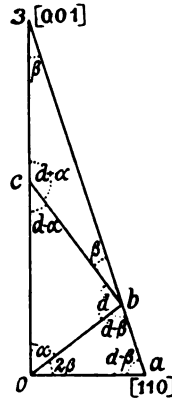


Fig. 2.

Also ist $Oc = \sqrt{3}$ und $bc = \sqrt{2}$ (zugleich $(\sqrt{3})^2 = (\sqrt{2})^2 + (\sqrt{1})^2$); und nun erhalten wir für die dritte Axenlänge den Ausdruck

$$O3 = Oc + c3 = Oc + bc = \sqrt{3} + \sqrt{2}.$$

Also wird das gesuchte mesosphärische Hexakisoktaëder durch die Axenlängen:

$$\sqrt{0} + \sqrt{1} : \sqrt{1} + \sqrt{2} : \sqrt{2} + \sqrt{3}$$

charakterisiert. Durch rationale Indices läßt sich dasselbe nicht ausdrücken, wie dies auch Hr. Haag bemerkt hat.

Dieselben Axenlängen können annäherungsweise auch durch die Zahlen

$$1,0000 : 2,4142 : 3,1463^1)$$

ausgedrückt werden.

Dieselben Axenlängen gelten auch (aber nur annäherungsweise) für das mesosphärische Gyroëder (tetragonales Pentagonisoëder).

Übrigens gibt sich die geringe Verbreitung der Kenntnis der Gestaltenlehre, der eigentlichen Grundlage für die geometrische Krystallographie, schon aus üblichen Bezeichnungen kund. Z. B. trifft man noch jetzt bei vielen Autoren die Bezeichnung »das reguläre System«. Die einfache Anwendung dieses Wortes bezeugt: 1) daß die betreffenden Autoren keine Kenntnis davon haben, daß man in der Gestaltenlehre zwei reguläre Systeme unterscheidet: a) das kubo-oktaëdrische und b) das dodekaëdrisch-ikosaëdrische; 2) daß die betreffenden Autoren auch solche Grundbegriffe nicht unterscheiden, wie den geometrischen Begriff »System« (außer den regulären gibt es noch eine unendliche Reihe solcher, das digonale, tetragonale, hexagonale usw.) von dem krystallographischen Begriffe

1) Dem würden die krystallographischen Indices 3,1463 : 4,3033 : 4,0000 entsprechen. Davon war schon im Bulletin de l'Académie I. d. Sciences de St. Pétersbourg 21, No. 4, 133 ff. die Rede.

»Sygonie«. Im üblichen Sinne ist das krystallographische »System« weder mit dem geometrischen System, noch mit der krystallographischen Sygonie identisch, sondern ist ein ganz subjectiver, jeder strengen Definition entbehrende Begriff.

Auch ergibt sich dies aus manchen üblichen Bezeichnungen der Gestalten, aus den bis jetzt nicht außer Gebrauch gelangten älteren Bezeichnungen der Symmetriearten u. s. f.

Aus alledem ergibt sich mit voller Klarheit, daß die vorangehende Schulung in der elementaren Geometrie, speciell in demjenigen Teile derselben, welcher sich als Gestaltenlehre abgesondert hat, durchaus viel zu wünschen übrig läßt.

2. H. Hilton (in Bangor, N.-Wales): Notiz über Projection.

Es seien A, B, C, D die Pole der Krystallflächen $\{100\}$, $\{010\}$, $\{001\}$, (uvw) auf einer Kugel mit dem Centrum O und dem Radius 1. Seien (l_1, m_1, n_1) , (l_2, m_2, n_2) , (l_3, m_3, n_3) , (l_4, m_4, n_4) die Coordinaten von A, B, C, D , bezogen auf irgend drei rechtwinklige Axen durch O . OA, OB, OC, OD mögen eine beliebige Ebene in A', B', C', D' schneiden, und es sei $OA' = p$, $OB' = q$, $OC' = r$. Dann sind die Arealcoordinaten von D' , bezogen auf $A'B'C'$ als Bezugsdreieck, proportional den Tetraëdern $OB'C'D'$, $OC'D'A'$, $OD'A'B'$; d. h. $\frac{P_1}{p}$, $\frac{P_2}{q}$, $\frac{P_3}{r}$, wo $L_1, M_1, N_1, P_1, \dots$ die Cofactoren (Unterdeterminanten) von $l_1, m_1, n_1, p_1, \dots$ in der Determinante

$$\mathcal{A} \equiv [l_1 m_2 n_3 p_4];$$

d. h. proportional $\frac{u \sin \alpha}{ap}$, $\frac{v \sin \beta}{bq}$, $\frac{w \sin \gamma}{cr}$, wo $a:b:c$ die Axenverhältnisse und α, β, γ die Winkel BOC, COA, AOB sind.

Mögen ferner A, B, C, D coplanar sein, so daß

$$avw \tan \frac{\alpha}{2} + buw \tan \frac{\beta}{2} + cuv \tan \frac{\gamma}{2} = 0.$$

Setzt man $p_1 = p_2 = p_3 = p_4 = 1$, so wird die Determinante $\mathcal{A} = 0$. Wenn A_1, B_1, C_1, D_1 die Projectionen von A, B, C, D auf die Ebene $z = 0$ von dem Punkte $(0, 0, -c)$ aus sind, so sind die Coordinaten von A_1

$$\left(\frac{el_1}{n_1 + c}, \frac{em_1}{n_1 + c}, 0 \right)$$

und analog diejenigen von B_1, C_1, D_1 . Folglich sind die Arealcoordinaten von D_1 , bezogen auf $A_1 B_1 C_1$ als Bezugsdreieck, proportional

$$(n_1 + c)(P_1 - eN_1), (n_2 + c)(P_2 - eN_2), (n_3 + c)(P_3 - eN_3);$$

d. h. proportional

$$(n_1 + c)P_1, (n_2 + c)P_2, (n_3 + c)P_3,$$

da

$$\frac{P_1}{N_1} = \frac{P_2}{N_2} = \frac{P_3}{N_3}, \text{ wenn } \mathcal{A} = 0;$$

d. h. proportional

$$(n_1 + c) \frac{u \sin \alpha}{a}, (n_2 + c) \frac{v \sin \beta}{b}, (n_3 + c) \frac{w \sin \gamma}{c}.$$

Hieraus ergibt sich, daß die Coordinaten der gnomonischen Projection des Poles der Fläche (uvw) als (u, v, w) genommen werden können, und daß, wenn die Pole von (100) , (010) , (001) , (uvw) auf einem Kleinkreise liegen, die Coordinaten der Projection des Poles von (uvw) von irgend einem Punkte V aus auf die Polarebene von V (oder irgend eine parallele Ebene) als (u, v, w) genommen werden können, wenn in jedem Falle die trilateralen Coordinaten und die Bezugsdreiecke passend gewählt werden.

Die obigen Theoreme setzen uns in den Stand, die Projection der Zone $[H, K, L]$ leicht zu construieren; denn diese Projection geht durch den Schnittpunkt der Linie, deren Coordinaten $[H, K, L]$ sind, mit der Projection des Kreises durch die Pole von (100) , (010) , (001) . Es kann also leicht das anharmonische Verhältnis von vier cozonalen Flächen u. a. abgeleitet werden.

8. C. Viola (in Rom): Über einen Satz aus der Zonenlehre.

Es sind zwei Flächen h und k gegeben, welche gleichwertig sein sollen. Die Symbole derselben sind

$$\begin{array}{l} h \quad (h_1 h_2 h_3), \\ k \quad (k_1 k_2 k_3). \end{array}$$

Aus diesen beiden Flächen werden folgende zwei Flächen abgeleitet:

$$\begin{array}{l} m \quad (h_1 + k_1, h_2 + k_2, h_3 + k_3), \\ n \quad (h_1 - k_1, h_2 - k_2, h_3 - k_3). \end{array}$$

Es soll bewiesen werden, daß die Flächen m und n die Winkel halbieren, welche h und k mit einander einschließen.

Um dies zu beweisen, fassen wir zwei Fälle ins Auge, nämlich:

1. Die zwei Flächen h und k sind gleichwertig, weil sie symmetrisch sind in bezug auf eine Symmetrieebene;

2. die zwei Flächen h und k sind gleichwertig, weil sie symmetrisch sind in Bezug auf eine Symmetrieaxe.

1. Fall. Die zwei gegebenen Flächen h und k sind symmetrisch in bezug auf eine Symmetrieebene.

Wir transformieren die Coordinaten in der Weise, daß die Fläche (010) in die Symmetrieebene fällt und die Fläche (100) darauf senkrecht steht. Wenn wir die neuen Indices der Fläche h mit x_1, x_2, x_3 bezeichnen, so werden die der Fläche k x_1, \bar{x}_2, x_3 sein müssen. Infolgedessen verwandeln sich die Indices der abgeleiteten Flächen m und n in die folgenden

$$\begin{array}{l} m \quad (x_1 + x_1, x_2 + \bar{x}_2, x_3 + x_3), \\ n \quad (x_1 - x_1, x_2 - x_2, x_3 - x_3), \end{array}$$

also

$$\begin{array}{l} m \quad (2x_1, 0, 2x_3), \\ n \quad (0, 2x_2, 0), \end{array}$$

d. h. die Fläche n fällt mit der Symmetrieebene (010) zusammen und die Fläche m steht darauf senkrecht und liegt in der Zone $[h, k]$. Da (010) den Winkel zwischen h und k halbiert, so halbiert die Fläche m den complementären Winkel.

2. Fall. Die zwei gegebenen Flächen h und k sind symmetrisch in bezug auf eine Symmetrieaxe.

Wir lassen die Richtung $[001]$ mit der Symmetrieaxe zusammenfallen und nehmen die beiden Richtungen $[100]$ und $[010]$ darauf senkrecht an. Indem diese Transformation ausgeführt wird, bezeichnen wir mit x_1, x_2, x_3 die neuen Indices der Fläche h . Dann werden die Indices der Fläche k sein y_1, y_2, x_3 . Infolgedessen werden die Indices der abgeleiteten Flächen m und n sein:

$$\begin{array}{ll} m & (x_1 + y_1, x_2 + y_2, 2x_3), \\ n & (x_1 - y_1, x_2 - y_2, 0). \end{array}$$

Da der dritte Index von n Null ist, so liegt die Fläche n in der Zone $[001]$. Wir wollen sie als die Fläche (100) annehmen. Durch diese Transformation wird $x_2 = y_2$.

Die vier Flächen sind also folgende:

$$\begin{array}{ll} h & (x_1 x_2 x_3), \\ k & (y_1 x_2 x_3), \\ m & (x_1 + y_1, 2x_2, 2x_3), \\ n & (x_1 - y_1, 0, 0). \end{array}$$

Wir wollen nun noch eine kleine Transformation vornehmen, nämlich (010) auf (100) senkrecht annehmen. Da sie in die Zone $[001]$ fällt, so werden die Indices x_1 und y_1 dem Werte nach gleich sein, und zwar $x_1 = -y_1$; denn wenn $x_1 = y_1$ wäre, so würde der dritte Index von n Null werden, was unmöglich ist. Wir haben somit die vier Flächen:

$$\begin{array}{ll} h & (x_0 x_2 x_3), \\ k & (\bar{x}_1 x_2 x_3), \\ \text{und} & m \quad (0, 2x_2, 2x_3), \\ & n \quad (2x_1, 0, 0). \end{array}$$

Die Fläche m fällt aber in die Zone $[100]$, und die Fläche n ist die Fläche (100) selbst; also stehen sie auf einander senkrecht, und somit halbieren beide die Winkel, welche von den zwei Flächen h und k eingeschlossen werden.

Nebenbei bemerkt, werden die beiden Flächen h und k von den beiden abgeleiteten m und n harmonisch geteilt.

4. K. Zlmányi (in Budapest): Über die Lichtbrechung des Fluorapatits von Pisek¹⁾.

Vor einigen Jahren erhielt ich von Herrn Hofsecretär in P. Anton v. Fodor in Graz eine kleine Stufe des bekannten Apatits von Pisek²⁾; es waren an dem Feldspat einige 1—3 mm große, blaß bläulichgrüne, säulenförmige Krystalle aufgewachsen. Die Combination der Kryställchen ist dieselbe, welche Vrba auf Taf. IX, Fig. 43 seiner Arbeit abbildete, nur sind die Pyramiden $x\{10\bar{1}1\}$ und $r\{10\bar{1}2\}$ mit breiteren Flächen entwickelt.

An einem losgelösten Kryställchen ($1\frac{1}{2}$ — $2\frac{1}{2}$ mm), dessen Prismenflächen gut spiegelten (die freigelassene Partie derselben hatte 4 mm Breite ca.), bestimmte ich mit einem Goniometer Fuess Nr. II und dem Webskyschen Signal

1) Aus dem ungarischen Original der »Annales historico-naturales Musei Nationalis Hungarici« 1904, 2, 2. Heft vom Verf. mitgeteilt.

2) E. Döll, Über einen Riesenpegmatit von Pisek. Verhandl. d. k. k. geol. Reichsanst. Wien 1886, 351. Ref. diese Zeitschr. 1888, 13, 629. — K. Vrba, Apatit von Pisek. Diese Zeitschr. 1889, 15, 463.

die Brechungsexponenten für Rot, Gelb, Grün und Blau. Den Winkel δ der Minimalablenkung konnte ich nur mit dem schwächsten α -Fernrohre¹⁾ messen, da bei Anwendung der stärkeren die Lichtintensität des abgelenkten Strahles zu gering war. Jede Beobachtung wurde fünfmal wiederholt, die größten Differenzen der einzelnen Ablesungen waren $1' - 2' 30''$, bei den grünen und blauen Strahlen hingegen infolge der geringen Intensität $2' 45'' - 4' 0''$; die Genauigkeit der Brechungsexponenten ist also $\pm 0,0002 - 0,0006$.

Die Resultate meiner Messungen sind folgende.

δ	Licht	δ_0	ω	δ_c	ϵ	$\omega - \epsilon$
$60^\circ 3' 30''$	<i>Li</i>	$50^\circ 42' 20''$	1,6445	$50^\circ 43' 45''$	1,6396	0,0049
	<i>Hα</i>	$50^\circ 45' 45''$	1,6450	$50^\circ 46' 5''$	1,6404	0,0049
	<i>Na</i>	$51^\circ 5' 45''$	1,6482	$50^\circ 34' 40''$	1,6434	0,0054
	<i>Tl</i>	$51^\circ 25' 40''$	1,6515	$50^\circ 54' 50''$	1,6465	0,0050
	<i>Hβ</i>	$51^\circ 49' 45''$	1,6555	$51^\circ 15' 55''$	1,6504	0,0054

In der nachfolgenden Tabelle habe ich die Brechungsexponenten und Doppelbrechung, diese letztere in zunehmender Reihenfolge, von sieben Apatiten für gelbes Licht zusammengestellt.

Fundort und Farbe des Apatits	ω	ϵ	$\omega - \epsilon$
Minot ²⁾ , violett	1,63853	1,63162	0,00494
Sulzbachtal ³⁾ , farblos	1,6355	1,6329	0,0026
Sondalo ⁴⁾ , spargelgrün	1,6379	1,6349	0,0030
Malmberget ⁵⁾ , grün	1,6362—1,6381	1,6325—1,6343	0,0035—0,0040
Zillertal ⁶⁾ , farblos	1,64607	1,64472	0,00435
Jumilla ⁷⁾ , spargelgrün	1,63891—1,63906	1,63437—1,63464	0,00454—0,00445
Pisek, blaß bläulichgrün	1,6482	1,6431	0,0054

Der Apatit von Pisek hat also unter den bisher optisch untersuchten Apatiten die stärkste Licht- und Doppelbrechung; diese letztere variiert stärker: $\omega_{Na} - \epsilon_{Na} = 0,0049 - 0,0054$, als die erstere: $\omega_{Na} = 1,6335 - 1,6482$, $\epsilon_{Na} = 1,6316 - 1,6482$. Die Dispersion beider Strahlen ist so zu sagen gleich, und nicht groß der Unterschied von Malmberget und Zillertal; hingegen besitzt der Apatit von Minot eine schwächere Dispersion.

Dispersion für	<i>Li</i> — <i>Hα</i>	<i>Li</i> — <i>Na</i>	<i>Li</i> — <i>Tl</i>	<i>Li</i> — <i>Hβ</i>	<i>Hα</i> — <i>Na</i>	<i>Hα</i> — <i>Tl</i>	<i>Hα</i> — <i>Hβ</i>	<i>Na</i> — <i>Tl</i>	<i>Na</i> — <i>Hβ</i>	<i>Tl</i> — <i>Hβ</i>
ω	0,0005	0,0037	0,0070	0,0140	0,0032	0,0065	0,0105	0,0033	0,0073	0,0040
ϵ	0,0005	0,0035	0,0069	0,0108	0,0030	0,0064	0,0103	0,0034	0,0073	0,0039

1) C. Leiss, Die optischen Instrumente der Firma R. Fuess. Leipzig 1899, S. 124.

2) Diese Zeitschr. 1902, **36**, 445.

3) Ebenda 1894, **22**, 332.

4) Ebenda 1902, **36**, 400.

5) Ebenda 1904, **39**, 514—515.

6) Pogg. Ann. 1852, **87**, 467.

7) Sitzungsber. d. Akad. Wien 1860, **47**, 414.

	Zillertal:	Malmberget:	Minot:
$\omega_{Na-H_2} =$	0,00725	0,0069—0,0072	—
$\varepsilon_{Na-H_2} =$	0,00695	0,0068—0,0071	—
$\omega_{Li-Na} =$	—	0,0032—0,0038	0,00286
$\varepsilon_{Li-Na} =$	—	0,0033—0,0036	0,00297

5. L. Buchrucker (in Freiburg in Baden: Neubildungen von Gyps.

Am Rande des schwäbischen Stufenlandes, unweit Donaueschingen, liegt das Dorf Dürrheim mit seiner seit etwa 80 Jahren bestehenden Staatssaline. Die Salzgewinnung geschieht durch Versieden der aus Bohrlöchern geförderten Sole, wovon zur Vermeidung von Betriebsstörungen in geräumigen Reservoirs immer ein gewisser Vorrat gehalten wird. In diese aus mächtigen Holzpfosten erbauten Solebehälter führten breite Holztreppen, welche im Jahre 1901 entfernt wurden und wobei es sich zeigte, daß an den Holmen und namentlich an den Unterseiten der Treppenstufen eine weitgehende Incrustation von Gyps stattgefunden hatte, deren Dicke an manchen Stellen mehr als 2 cm erreichte.

Von Interesse hierbei ist die Neubildung von großen und schönen Gypskrystallen. Das Holz ist zunächst mit einer, wenige Millimeter dicken Schicht von Gyps überzogen, worauf die Krystalle sitzen. Fast ausschließlich sind es Zwillingbildungen nach (100) mit der gewöhnlichsten Combination der beiden Individuen, nämlich {010}, {110}, {111}. Die Krystalle sind kurz säulenförmig nach {110}, und die Aufwachsung ist durchweg so, daß die einspringenden Winkel ins Freie ragen. Die Größe der einzelnen Zwillinge reicht bis zu $4\frac{1}{2}$ cm, und die Farbe durchläuft alle Nüancen von licht erbsengelb, braun und schwärzlichgrau; die dünneren Krystalle sind durchsichtig, die meisten jedoch trübe, aber glänzend auf den Prismen- und Pinakoidflächen, matt sind die Pyramidenflächen.

Neubildungen von Gyps gehören ja nicht zu den Seltenheiten, sie sind zu Hause in Gyps- und Steinsalzlager, in Mergeln, Thonen, Buntsandstein und in Erzgängen. Von Interesse ist im vorliegenden Falle die Kenntnis der Zeit und die genaue Zusammensetzung der Flüssigkeit, der Sole, in der die Krystallisation erfolgte.

Die Mergel des Gypskeupers, die Letten, Dolomite, Kalke und Anhydrite der Lettenkohle und des Hauptmuschelkalkes bilden das Hangende der Salzlagerstätte, woraus die Saline ihre Sole schöpft. Leicht erklärlich ist daher die Tatsache, daß die Sole neben Chlornatrium als Hauptbestandteil noch schwefelsauren Kalk enthält, und zwar nach Bunsens Analyse von jenem 2553,7000, von diesem 44,8100 in 10000 Teilen; in bemerkenswerten Mengen sind noch vorhanden: Doppeltkohlensaurer Kalk (2,3000), Chlormagnesium (3,9910), Chlorkalium (15,7500).

Der Krystallbildung liegt hier wohl der einfache Vorgang der Verdunstung des Lösungsmittels zugrunde. In den großen Holzbehältern steigt und fällt die Sole sehr häufig und immer wieder von neuem wurden so die Treppenstufen in die Soleflüssigkeit eingetaucht, so daß allmählich durch fortschreitendes Wachstum die Gypskrystalle in einem Zeitraume von etwa 80 Jahren entstehen konnten.

6. J. Beckenkamp (in Würzburg): Über die Krystallform des Baryumsilicates $BaSiO_3 + 6H_2O$.

Die aus Lösungen von Baryumhydrat an Glaswänden sich absetzenden

rhombischen Krystalle von $BaSiO_3 + 6H_2O$ (oder $7H_2O$) sind schon öfter untersucht worden.

Pisani (1876)¹⁾ fand dieselben rhombisch und beobachtete die Flächen b , o , n , q . Mallard²⁾ (1884) beobachtete außer den genannten noch die Form a , und endlich fanden A. Cossa und G. La Valle³⁾ (1884) die Formen b , t , n , m , nicht aber o und q .

Die Aufstellung der Krystalle ist bei allen drei verschieden:

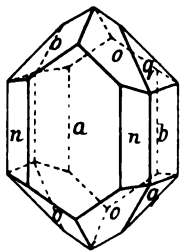
Es bedeuten bei

	Pisani:	Mallard:	Cossa und La Valle:	Beckenkamp:
a	—	(100)	—	(100)
b	(100)	(010)	(100)	(010)
c	—	—	—	(001)*
m	—	—	(201)	(110)
n	(101)	(210)	(101)	(210)
q	(110)	(021)	—	(021)
t	—	—	(130)	(023)
o	(241)	(111)	—	(111)

Bezüglich der Übereinstimmung zwischen den Beobachtungen von Pisani einerseits und von Cossa und La Valle andererseits bemerkt das Referat in dieser Zeitschrift: »Beide Axenverhältnisse lassen sich nur annähernd aufeinander zurückführen, indem bedeutende Winkeldifferenzen von einigen Graden auftreten. In Anbetracht nun, daß die Verff. nur zwei Krystalle gemessen, deren unvollkommene Flächen unsichere Bilder geben, wogegen Pisani bei den verschiedenen Krystallisationen immer wieder dieselben Winkel gefunden, gebührt vorläufig dem älteren Axenverhältnis der Vorzug.

Die Bestimmung des optischen Axenwinkels stimmt bei den drei Beobachtungen befriedigend. Es fanden:

	Roth:	Gelb:	Grün:	Blau:
Pisani, erste Mittellinie a , Axenebene Fläche b	$2E =$	—	—	—
Mallard, erste Mittellinie a , Axenebene Fläche b	$2E = 58^{\circ}41'$	—	$66^{\circ}22'$	—
Cossa und La Valle, erste Mittellinie a , Axenebene Fläche b	$2E = 56\ 30$	$59^{\circ}40'$	—	$72^{\circ}10'$



Dagegen gehen die Angaben bezüglich des Charakters der Doppelbrechung wieder auseinander; Pisani, sowie Cossa und La Valle geben optisch negativen, Mallard optisch positiven Charakter an.

Sowohl die geometrische, als auch die optische Untersuchung bedurften daher einer neuen Prüfung.

Von Herrn Prof. Medicus wurden mir eine Anzahl flächenreicher Krystalle übergeben. Es fehlt denselben die Fläche t , und die Fläche m war nur in der Zone $o : m$ meßbar; dagegen fand sich die von den früheren Autoren nicht erwähnte Form $c\{001\}$. Wird die Mallardsche Aufstellung angenommen, so waren die Krystalle nach der verticalen Axe und auch etwas nach der b -Axe

1) Referat diese Zeitschr. 1, 95.

2) Referat ebenda 6, 278.

3) Referat ebenda 11, 399.

verlängert, so daß sie einen nach der verticalen Axe prismatischen oder nach (100) tafelförmigen Habitus besaßen.

Nachstehende Winkeltabelle gibt einen Vergleich der von den verschiedenen Autoren beobachteten Werte.

	Beckenkamp.		Pisani.	Mallard.	Cossa und La Valle.
	Gemessen:	Berechnet:	Gemessen:	Gemessen:	Gemessen:
$a(100):n(210)=$	$23^{\circ} 9' 20''$	—	$23^{\circ} 7' 30''$	$23^{\circ} 6' 30''$	$22^{\circ} 30'$
$b(010):q(021)$	$41 36 50$	—	$41 28$	$41 32$	—
$c(001):o(111)$	$40 42 10$	$40^{\circ} 53' 20''$	—	—	—
$b(010):o(111)$	$64 48 30$	$64 49 0$	$64 42 30$	$64 48$	—
$a(100):o(111)$	$60 37 30$	$60 10 10$	$60 47$	$60 11 30$	—
$m(110):n(210)$	—	$17 13 30$	—	—	$17 11$
$n(210):o(111)$	$51 21$	$51 20 30$	—	—	—
$q(021):o(111)$	$34 43$	$34 53 40$	$34 35$	—	—
$q(021):n(210)$	$73 0$	$72 54 10$	—	—	—
$b(010):t(023)$	—	$67 57 20$	—	—	$68 27$
$n(210):t(023)$	—	$81 30 40$	—	—	$81 34$
$m(110):t(023)$	—	$75 52 40$	—	—	$76 41$
$m(110):o(111)$	$49 16$	$49 6 40$	—	—	—

Hiernach stimmen die von Cossa und La Valle gemessenen Werte mit den von mir berechneten Werten weit besser überein, als mit den von ihnen selbst berechneten Werten.

Aus den beiden Werten $a:n$ und $b:q$ folgt das Axenverhältnis

$$a:b:c = 0,8555:1:0,5630.$$

Bezüglich des Charakters der Doppelbrechung liegt offenbar ein Versehen Mallards vor. Bei Anwendung einer Viertelundulationsglimmerplatte tritt eine Erweiterung der Ringsysteme in denjenigen Quadranten ein, durch welche die optische Axenebene des Glimmers hindurchgeht; in denselben beiden Quadranten sind auch die dunklen Flecken sichtbar. Die Krystalle sind also optisch negativ.

XIII. Auszüge.

1. G. Boeris (in Parma): Krystallform einiger von Plancher und Bonavia dargestellter Körper (Gazzetta chimica ital. 1902, 32, II, 424 ff.).

I. Pikrat des α -Äthyl- $\beta\beta$ -Dimethylindolenins $C_{12}H_{15}N(C_6H_3N_3O_7)$.

Krystalle aus Alkohol. Schmelzp. $137\frac{1}{2}$ — 138° .

Triklin. $a : b : c = 0,7726 : 1 : 0,9505$.

$\alpha = 109^\circ 29'$; $\beta = 93^\circ 8'$; $\gamma = 89^\circ 40'$.

Beobachtete Formen: $\{100\}$, $\{010\}$, $\{001\}$, $\{1\bar{1}0\}$, $\{011\}$, $\{0\bar{1}1\}$, $\{101\}$, $\{1\bar{1}1\}$.

	Gemessen:	Berechnet:
$(100) : (010) =$	$*89^\circ 14'$	—
$(100) : (1\bar{1}0)$	$*39\ 36$	—
$(110) : (0\bar{1}0)$	51 5	$51^\circ 10'$
$(010) : (011)$	36 19	36 18
$(001) : (0\bar{1}1)$	$*52\ 38$	—
$(001) : (010)$	$*70\ 30$	—
$(100) : (1\bar{1}1)$	43 27	43 4
$(1\bar{1}1) : (0\bar{1}0)$	68 23	68 39
$(1\bar{1}0) : (1\bar{1}1)$	36 14	36 45
$(001) : (111)$	62 48	62 59
$(001) : (110)$	80 3	80 16
$(1\bar{1}0) : (101)$	62 19	62 35
$(011) : (1\bar{1}0)$	61 43	61 19
$(100) : (101)$	39 26	39 23
$(011) : (001)$	47 16	47 24
$(100) : (001)$	$*86\ 47$	—
$(100) : (011)$	87 17	87 31

II. $\beta\beta$ -Dimethylindolenil- α -Methylketooxim $C_{12}H_{14}N_2O$.

Schmelzp. 175° — 176° . Krystalle aus heißem Benzol.

Monoklin: $a : b : c = 1,6884 : 1 : 0,6656$; $\beta = 83^\circ 24'$.

Beobachtete Formen: $\{210\}$, $\{\bar{1}01\}$, $\{111\}$, $\{121\}$, $\{\bar{1}\bar{1}1\}$, $\{010\}$.

	Gemessen:	Berechnet:
$210 : 210 =$	$80^{\circ} 0'$	$79^{\circ} 58'$
$210 : 111$	50 53	51 5
$111 : \bar{1}01$	50 19	50 53
$\bar{1}01 : 210$	77 58	78 2
$210 : 121$	43 54	44 14
$210 : 010$	*50 1	—
$121 : 111$	35 51	35 51
$010 : 121$	39 59	40 10
$010 : 111$	59 10	59 22
$010 : \bar{1}\bar{1}1$	57 12	57 21
$\bar{1}\bar{1}1 : \bar{1}\bar{1}1$	*65 18	—
$\bar{1}\bar{1}1 : 111$	36 33	36 17
$121 : 210$	74 34	74 36
$111 : 210$	*58 34	—

III. Acetylderivat des vorstehenden Körpers $C_{12}H_{13}N_2O(CO.CH_3)$.

Schmelzpunkt 149° . Krystalle aus Petroläther.

Rhombisch. $a : b : c = 0,5464 : 1 : 1,0495$.

Beobachtete Formen: $\{010\}$, $\{110\}$, $\{011\}$, $\{001\}$.

	Gemessen:	Berechnet:
$110 : 110 =$	*57° 18'	—
$110 : 010$	61 17	61° 21'
$011 : 001$	*46 23	—
$011 : 010$	43 42	43 37
$011 : 110$	69 43	69 41

IV. α -Äthyliden- $\beta\beta$ -N-Trimethylindolinjodhydrat $C_{13}H_{18}NJ$.

Schmelzpunkt 185° — 186° . Krystalle aus Alkohol.

Rhombisch. $a : b : c = 0,7721 : 1 : 0,3716$.

Beobachtete Formen: $\{010\}$, $\{110\}$, $\{210\}$, $\{011\}$, $\{211\}$.

	Gemessen:	Berechnet:
$010 : 110 =$	*54° 10'	—
$010 : 011$	*69 57	—
$010 : 210$	70 10	70° 9'
$011 : 110$	78 15	78 14
$211 : 010$	75 22	75 29
$211 : 110$	64 40	65 25
$211 : 011$	56 52	56 58
$210 : 011$	83 5	83 12

Ref.: F. Zambonini.

2. F. Zambonini (in Turin): **Krystallform des Thoriumsulfats $\text{Th}(\text{SO}_4)_2 \cdot 9\text{H}_2\text{O}$** (Gazzetta chimica ital. 1902, 32, II, 525).

Die untersuchten Krystalle wurden von Manuelli und Gasparinetti (ebenda) dargestellt.

Beobachtete Formen: $\{100\}$, $\{010\}$, $\{001\}$, $\{110\}$, $\{\bar{1}01\}$, $\{011\}$, $\{021\}$, $\{\bar{1}11\}$, $\{\bar{1}21\}$. Die Form $\{021\}$ war noch nicht bekannt. Die Krystalle zeigen drei Typen: 1) sie sind nach a und b gleich entwickelt; 2) gleich entwickelt nach b und c ; 3) nach $\{100\}$ tafelförmig und nach c verlängert. An den Krystallen der beiden ersten Typen ist $\{010\}$ immer anwesend und ziemlich groß; bei jenen des dritten Typus ist es sehr klein oder ganz fehlend.

Verf. konnte die Fundamentalwinkel mit großer Genauigkeit messen und zahlreiche übereinstimmende Resultate erhalten, daher die folgenden Elemente an die Stelle der früheren zu setzen sind.

$$a:b:c = 0,599278:1:0,658937; \beta = 84^\circ 54' 27''.$$

	Gemessen:	Berechnet:
$(010):(110) =$	$*59^\circ 19' 8''$	—
$(011):(0\bar{1}1)$	$*66 \ 14 \ 20$	—
$(021):(010)$	$37 \ 38 \ 20$	$37^\circ 28' \ 3''$
$(001):(\bar{1}10)$	$97 \ 0 \ 30$	$96 \ 57 \ 13$
$(001):(\bar{1}11)$	$56 \ 22$	$56 \ 20 \ 13$
$(001):(100)$	$*81 \ 54 \ 27$	—

Ref.: F. Zambonini.

3. G. Panebianco (in Padua): **Über eine chromatische Reaction von Kalkspat und Aragonit** (Rivista di miner. e cristal. ital. 1902, 28, 5).

Verf. hat die Meigensche Reaction vervollständigt. Er hat isländischen Spat und Aragonit von Herrengrund untersucht. Wenn das Pulver des ersteren mit einer gewöhnlichen oder noch verdünnteren Kobaltnitratlösung gekocht wird, so bewahrt es im Anfang des Siedens seine weiße Farbe, nach einer Minute wird es himmelblau, und diese Farbe ist nach vier Minuten stark. Wenn das Sieden fortgesetzt wird, so wird das Pulver lavendelblau. Das Aragonitpulver wird sofort lila und später violett. Verf. hat auch Aragonit- und Kalkspatmischungen untersucht und hat gefunden, daß eine Mischung, welche 49 Teile Kalkspat und 1 Teil Aragonit enthält, die lila Färbung des letzteren gibt. Daher kann die Aragonitreaction nicht die Anwesenheit von Kalkspat ausschließen. Verf. hat ferner Versuche an einigen Handstücken des Paduaner Museums ausgeführt. Nach ihm wäre der pisolitische Kalk von Karlsbad Aragonit, jener von Abano wirklich Kalkspat.

Die Beobachtungen an künstlichen Calciumcarbonatkrystallen gaben folgende Resultate: Das frisch gefällte, gelatinöse Calciumcarbonat gibt die Reaction des Aragonit, sowie jenes aus warmen Lösungen erhaltene. Das erstere ist isotrop, das letztere besteht aus Aragonitnadeln und Kalkspatromboëdern. Das bei 0° gefällte Carbonat gibt die Reaction des Kalkspat.

Verf. hat gefunden, daß die zwei Substanzen, welche sich bei der Einwirkung von Cobaltnitrat auf Aragonit und Kalkspat bilden, zwei verschiedene Kobaltcarbonathydrate sind. Aus der Wasserbestimmung und unter der Voraus-

setzung, daß den wasserfreien Salzen die Formel CoCO_3 zukommt, leitet er folgende Formeln ab: $10\text{CoCO}_3 + 3\text{H}_2\text{O}$ für das aus Kalkspat erhaltene Carbonat; $10\text{CoCO}_3 + \text{H}_2\text{O}$ für jenes aus Aragonit. Wenn sie erhitzt werden, ändert sich die Farbe: das erste wird grünlichbraun, das andere rötlichbraun.

Ref.: F. Zambonini.

4. R. Panebianco (in Padua): Über eine einfache Symbolisierung der Krystallklassen und -systeme (Rivista di miner. e cristal. ital. 1902, 28, 43).

Der Verf. gibt eine neue Aufstellung der 32 Krystallgruppen und einige Vorschläge über die Symbolisierung der Symmetrie der verschiedenen Klassen. Die angewandten Namen sind unter den von verschiedenen Forschern vorgeschlagenen gewählt.

Ref.: F. Zambonini.

5. G. Boeris (in Mailand, jetzt in Parma): Ueber die Verbreitung des Titanollivins in den piemontesischen Alpen (Ebenda 1902, 28, 32).

In einer kurzen Notiz teilt Verf. mit, daß er Titanollivin, manchmal auch in ziemlich großen Mengen, in den Serpentin der Umgegend von St. Ambrogio, Monte Pian Real, Rocca Rossa im Susatale, sowie auch von Rocca Nera im Alatale, gefunden hat.

Ref.: F. Zambonini.

6. E. Billows (in Padua): Krystallographische Untersuchung des Dibromselendiphenyls und Dibromtellurdiphenyls (Ebenda 1902, 28, 33).

Beide Körper waren von Pellini (Ber. d. d. chem. Ges. 1901, 34, 3807) dargestellt.



Schmelzp. 145° . Die besten Krystalle wurden aus CS_2 erhalten.

Rhombisch bipyramidal.

$$a : b : c = 0,90231 : 1 : 0,37583.$$

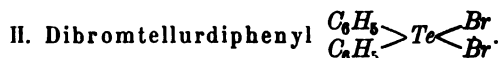
Beobachtete Formen: $\{100\}$, $\{010\}$, $\{110\}$, $\{120\}$, $\{111\}$. Sie bilden folgende Combinationen: a) $\{100\}$, $\{010\}$, $\{111\}$; b) $\{100\}$, $\{010\}$, $\{110\}$, $\{111\}$; c) $\{100\}$, $\{010\}$, $\{110\}$, $\{111\}$, $\{120\}$; d) $\{100\}$, $\{010\}$, $\{111\}$, $\{120\}$.

Die Krystalle sind mehr oder weniger nach c verlängert und meistens nach $\{010\}$ tafelförmig. Die Pinakoide herrschen vor, $\{111\}$ ist ziemlich groß, $\{110\}$ klein, $\{120\}$ noch kleiner. Einige Krystalle sind Durchkreuzungszwillinge nach (261).

	Gemessen:	Berechnet:
$\{100\} : \{111\} =$	$68^\circ 42'$	—
$\{010\} : \{111\}$	$70^\circ 52'$	—
$\{100\} : \{110\}$	$44^\circ 48'$	$42^\circ 3'$
$\{110\} : \{120\}$	$19^\circ 8'$	$18^\circ 57'$
$\{111\} : \{110\}$	$61^\circ 5'$	$60^\circ 42'$

	Gemessen:	Berechnet:
$(111):(120) =$	$62^{\circ}15'$	$62^{\circ}26'$
$(111):(\bar{1}\bar{1}1)$	58 32	58 35
$(111):(\bar{1}11)$	42 45	42 44
$(111):(\bar{1}\bar{1}\bar{1})$	38 35	38 46
$(100):(\bar{0}10)$	71 10	71 21
$(0\bar{1}0):(\bar{0}10)$	29 35	29 59
$(100):(\bar{1}00)$	37 0	36 34

Spaltbarkeit vollkommen nach $\{010\}$, weniger gut nach $\{100\}$, Spuren nach $\{001\}$. Die Farbe der Krystalle ist rot; die mikroskopischen sind gelb. Ebene der optischen Axen $\{010\}$; positive Bisetrix Axe c , starke Dispersion $\rho < \nu$. Der optische Axenwinkel ist klein. Die aus einer concentrirten Benzollösung erhaltenen Krystalle sind nadelförmig, und an ihnen herrscht $\{110\}$ über die Pinakoide vor. Sie zeigen gewöhnlich die Combination c .



Schmelzpt. $203^{\circ}5'$. Schwer löslich in CS_2 und in Benzol, aus den Lösungen krystallisiert es gut.

Dimorph: Tetragonal und triklin.

Erste Modification: Ditetragonal-bipyramidal.

$$a : c = 1 : 0,8546.$$

Beobachtete Formen: $\{100\}$, $\{101\}$, $\{001\}$. Sie bilden die zwei Combinationen $\{100\}$, $\{101\}$ und $\{100\}$, $\{101\}$, $\{001\}$; die erste ist die häufigste. Die Krystalle sind etwas nach c verlängert; $\{100\}$ ist groß, aber zeigt krumme Flächen.

	Gemessen:	Berechnet:
$(101):(001) =$	$*40^{\circ}25'$	—
$(101):(011)$	54 54	$54^{\circ}34\frac{1}{2}'$
$(100):(010)$	90 0	90 0
$(101):(010)$	90 29	90 0

Vollkommene Spaltbarkeit nach der Basis, weniger vollkommen nach dem Prisma $\{100\}$. Die Farbe ist schwefelgelb. Die optischen Eigenschaften sind jene der einaxigen Substanzen.

Die oben beschriebenen Krystalle waren aus einer CS_2 -Lösung erhalten worden; die aus Benzol krystallisierten zeigen $\{101\}$ vorherrschend und $\{100\}$ sehr klein.

Zweite Modification: Triklin pinakoidal.

$$a : b : c = 1,56634 : 1 : 0,85954.$$

$$\alpha = 94^{\circ}31'; \quad \beta = 114^{\circ}37'; \quad \gamma = 112^{\circ}5'.$$

Beobachtete Formen: $\{100\}$, $\{010\}$, $\{001\}$, $\{\bar{1}10\}$, $\{\bar{1}01\}$, $\{\bar{1}11\}$, $\{2\bar{1}0\}$, $\{2\bar{2}3\}$. Sie vereinigen sich in fünf Combinationen. Die gewöhnlichen und

vorherrschenden Formen sind $\{100\}$, $\{010\}$, $\{001\}$, $\{\bar{1}10\}$, $\{\bar{1}01\}$; die anderen sind selten und klein. Die Krystalle sind bald nach $[001]$, bald nach $[010]$ verlängert.

	Gemessen:	Berechnet:
$(100):(010) =$	$*63^{\circ}17'$	—
$(010):(\bar{1}10)$	$*42\ 20$	—
$(100):(\bar{2}\bar{1}0)$	$43\ 30$	$43^{\circ}12'$
$(100):(001)$	$*61\ 12$	—
$(001):(\bar{1}01)$	$*35\ 52$	—
$(001):(010)$	$*73\ 59$	—
$(\bar{1}11):(010)$	$45\ 45$	$45\ 58$
$(\bar{1}11):(\bar{1}01)$	$43\ 0$	$43\ 21$
$(\bar{1}11):(001)$	$39\ 19$	$39\ 28$
$(001):(\bar{2}\bar{2}3)$	$30\ 35$	$30\ 57$
$(\bar{2}\bar{2}3):(\bar{1}01)$	$43\ 15$	$43\ 30$
$(\bar{2}\bar{1}0):(001)$	$71\ 50$	$72\ 12$

Spaltbarkeit nach $\{010\}$ und $\{100\}$.

Die Farbe ist schwefelgelb; sie verändert sich an der Luft sehr rasch.

Der optische Axenwinkel ist sehr groß; negative Doppelbrechung. Auf (100) bildet eine Auslöschungsrichtung mit $+c$ gegen $-b\ 32^{\circ}$ ca; auf (010) mit $+c$ gegen $-a$ einen Winkel von 35° ca. Diese triklinen Krystalle hatte Pellini aus einer Benzollösung erhalten; die Bildungsbedingungen der zwei Modificationen sind nicht bekannt.

Ref. F. Zambonini.

7. G. Boeris (in Mailand, jetzt in Parma): Ueber den Anatas von Scipsius (St. Gotthard) (Rivista di miner. e cristall. ital. 1902, 28, 75).

Die untersuchten Anatastrystalle stammen aus einem neuen Fundorte, nahe dem kleinen See von Scipsius, am südlichen Abhange des St. Gotthard, oberhalb Airolo, in einer Seehöhe von 2450 m ca. Der Anatas ist von Albit und Chlorit begleitet und bildet kleine, honiggelbe Krystalle, welche nicht 2 mm in der Richtung $[001]$ übersteigen. Die an ihnen beobachteten, schon bekannten Formen sind: $\{111\}$, $\{115\}$, $\{117\}$, $\{101\}$, $\{107\}$, $\{5.1.19\}$, $\{001\}$. Immer vorherrschend ist $\{111\}$, dessen Flächen nach $\{1\bar{1}0\}$ gestreift sind. Es tritt oft allein auf oder ist von $\{001\}$ begleitet. $\{115\}$ ist ziemlich häufig, noch mehr $\{117\}$. Selten und mit kleinen, schlechten Flächen kommt $\{101\}$ vor, $\{107\}$ wurde an wenigen Krystallen, aber mit großen Flächen beobachtet. Häufig ist $\{5.1.19\}$. Die gemessenen Winkel sind in guter Übereinstimmung mit den berechneten Werten.

Die Krystalle von Scipsius zeigen auch einige Formen mit complicierten Indices. An zahlreichen Krystallen kommt die Form $\{11.3.45\}$ vor, welche deutliche und ziemlich große Flächen besitzt, manchmal größer als jene von $\{001\}$, $\{115\}$, $\{117\}$. An einem anderen Krystalle bestimmte Verf. eine andere ditetragonale Bipyramide, welcher das Symbol $\{4.1.16\}$ zukommt, und fünf Flächen zeigte.

	Kryst. I.	Kryst. II.	Kryst. III.	Kryst. IV.	Ber.:
(001):(11.3.45) =	$24^{\circ}13' \pm 13'$	$24^{\circ}13' \pm 17'$	$24^{\circ}21' \pm 14'$	—	$24^{\circ}14'$
(111):(11.3.45)	48 4	$48 \ 6 \pm 1$	$47 \ 58 \pm 10$	—	48 4
(113):(11.3.45)	57 51	$57 \ 40 \pm 16$	$57 \ 49 \pm 14$	—	58 14
(11.3.45):(3.11.45)	—	—	24 0	—	23 30
(11.3.45):(3.11.45)	41 33	—	—	—	41 46
(3.11.45):(3.11.45)	—	46 48	—	—	46 40
(001):(4.4.16)	—	—	—	$24^{\circ}52' \pm 18'$	24 36
(117):(4.4.16)	—	—	—	$12 \ 45 \pm 3$	12 29
(4.4.16):(4.4.16)	—	—	—	25 14	24 44

Verf. beobachtete noch an einem Krystalle die Form {4.4.24}, welche schon Baumhauer an Krystallen vom Walliser Lande fand.

Ref.: F. Zambonini.

8. V. Zanolli (in Padua?): Über einen neuen Zeolithfundort in den Euganeen (Rivista di miner. e cristall. ital. 1902, 28, 91).

Die beschriebenen Mineralien wurden in einem Basaltmandelsteine zwischen Monte Rusta und Gemola gefunden. Der Analcim ist ziemlich häufig und bildet Krystalle mit {211}, sehr selten auch mit {100}, welche $\frac{1}{2}$ cm erreichen. Der Natrolith begleitet den Analcim und ist seltener; die nadelförmigen Krystalle zeigen {110}, {111}.

Ref.: F. Zambonini.

9. S. Franchi (in Rom): Über die Dispersion bei den chloromelanitischen Pyroxenen aus einigen krystallinischen Gesteinen der westlichen Alpen (Bollettino R. Comit. Geolog. 1901, Nr. 4).

L. Colomba (in Turin): Über die Anwesenheit der Dispersion bei den Jadeit-Pyroxenen in Beziehung mit ihrer chemischen Zusammensetzung (Rivista di miner. e cristall. italiana 1902, 28, 81).

In einer Arbeit über einige Jadeitgesteine der westlichen Alpen und des ligurischen Appennins (Boll. R. Com. Geolog. 1900, Nr. 2) hatte S. Franchi die Meinung geäußert, daß die Dispersion einiger natriumbaltiger Pyroxene der von ihm untersuchten Eklogite und verwandter Gesteine nicht von einem Titan-gehalte (wie Mrazec geglaubt hatte), sondern von dem Unterschiede in den Al_2O_3 -, Fe_2O_3 - und FeO -Gehalten herrührt.

L. Colomba (s. diese Zeitschr. 37, 402) bekämpfte diese Meinung Franchis, welcher in der vorliegenden Notiz seine früheren, vorläufigen Angaben vervollständigt und bei Berücksichtigung einer größeren Anzahl von Analysen zu der Schlußfolgerung kommt, daß die starke Dispersion einiger Natronpyroxene aus den Eklogiten und verwandten Gesteinen in directer Beziehung mit einem Eisenoxydgehalte, oder genauer mit einem Akmitsilicatgehalte, ist.

In der oben erwähnten Arbeit verteidigt sich Colomba gegen einige Bemerkungen, welche Franchi zu seiner früheren Arbeit gemacht hatte, zeigt den Unterschied zwischen der ersten und der zweiten Meinung von Franchi; er bestreitet die frühere, ist aber einverstanden mit der zweiten und teilt die in Rede stehenden Pyroxene in zwei Klassen: akmitoidische und jadeitoidische Pyroxene, die ersten mit, die anderen ohne Dispersion. Die Berechnung der Analyse muß daher unter Berücksichtigung der optischen Eigenschaften erfolgen;

ist Dispersion vorhanden, so ist Eisenoxyd mit Natrium zu vereinigen, um das Akmitsilicat zu bilden; im entgegengesetzten Falle gehören Natrium und Aluminium zusammen (Jadeitsilicat).

Ref.: F. Zambonini.

10. V. Novarese (in Rom): Das Antimonvorkommen von Campiglia Soana im Bezirk Ivrea (Bolletino R. Comit. Geol. Ital. 1902, 23, 319—332; auch Rassegna Mineraria 1903, 18, Nr. 17 u. 18).

Der beschriebene Fundort liegt an den Quellen des Flusses Soana di Campiglia, eines Zuflusses des Orco. Am oberen Ende des Tales findet sich eine kleine Ebene, welche 1 km lang und 200 m breit ist, und an ihrem Ende und links des Flusses befindet sich die Grube. Die geologischen Verhältnisse der Gegend sind complicierte; das verbreitetste Gestein ist ein Gneiß, welcher gewöhnlich eine schieferige Stuctur zeigt: in diesem liegen die Gänge, welche eine der Lagerung parallele Reihe bilden. Sie sind immer mehr als 50° gegen Nord geneigt. Die Gangmasse besteht vorherrschend aus Quarz (welcher in den Drusen gut krystallisiert ist) und etwas Feldspat(?). Siderit wurde bis jetzt nicht beobachtet, während er in den anderen Gruben des Gneißellipsoids des Gran Paradis immer den Quarz in den Gängen begleitet. Die Structur der Gänge ist bald breccienartig, bald zonar.

Die gefundenen Mineralien sind Pyrit, vielleicht Bleiglanz, etwas Valenit, Jamesonit und Fahlerz. Verf. beschreibt besonders die zwei letzteren Mineralien. Der Jamesonit bildet sehr kleine, stahlgraue, faserige Massen. $H. = 2-3$; spec. Gew. 5,48. Eine von Alfredo Lotti ausgeführte Analyse gab folgende Resultate:

S	24,27
Sb	34,22
Pb	40,24
Cu	0,25
Fe	3,62
Ag	0,0579
Au	0,0001
	<hr/> 99,6280

Verf. bemerkt, daß das Eisen nicht als Verunreinigung vorhanden ist, wie die sorgfältige Prüfung des untersuchten Materials und der Schwefelgehalt bewiesen; es soll als Eisensulfoantimonit (Berthierit) $FeSb_2S_4$ anwesend sein. Aus dem Eisengehalte folgt, daß das Mineral 27,28% von $FeSb_2S_4$ enthält, der Rest hat die Zusammensetzung des Boulangerit, nämlich $Pb_5Sb_4S_{11}$. Das Mineral wäre also eine Mischung von 27,28% Berthierit und 71,94% Boulangerit; die Formel müsste $5(FeSb_2S_4) \cdot (3Pb_5Sb_4S_{11})$ sein. Ein solches Salz müsste aus der Sulfosäure $Sb_{22}S_{53}H_{40}$ herrühren.

Obwohl schon vier andere Jamesonite mit einer Zusammensetzung, welche jener des Minerals von Campiglia Soana gleich ist, bekannt sind, glaubt doch Verf., daß man nicht die Sicherheit hat, daß es sich um ein wirkliches einheitliches Mineral und nicht um eine innige Verwachsung handelt.

Das Fahlerz kommt in Körnern und nie in Krystallen vor. Die qualitative Analyse ließ die Anwesenheit von Kupfer und Silber, die Abwesenheit von Blei erkennen.

Verf. veröffentlicht eine wichtige Analyse, welche M. Zecchini von dem quecksilberhaltigen Fahlerz von Ceresole Reale (Bellagarda ist die genaue Localität) ausgeführt hat:

<i>S</i>	20,60
<i>Sb</i>	27,90
<i>As</i>	0,84
<i>Bi</i>	Spur
<i>Cu</i>	32,76
<i>Hg</i>	13,71
<i>Ag</i>	1,51
<i>Fe</i>	1,46
<i>Zn</i>	0,38
<i>Pb</i>	Spur
Unlöslich	0,18
	99,34

Nach dem Verf. gehören die Gänge des südwestlichen Teiles der Gneiß-ellipsoides des Gran Paradiso zur antimonigen Goldquarzformation von Beck. Der Goldgehalt des von Lotti analysierten Minerals und andere Untersuchungen (welche aber nicht erwähnt werden) kann nach dem Verf. die Anwesenheit des Goldes in den Sanden der Flüsse, welche aus dem südlichen Abhange des Gran Paradiso entspringen, erklären.

Ref.: F. Zambonini.

11. S. Di Franco (in Catania): **Krystallographische Untersuchung des Eisenglanzes vom Ätna** (Bollettino Accad. Gioenia di Scienze Nat. in Catania 1904, 74, 18—19).

Die vorliegende Notiz ist ein Auszug einer größeren Arbeit des Verfs., welche in den Abhandlungen der oben genannten Akademie veröffentlicht werden wird.

Ref.: F. Zambonini.

12. S. Di Franco (in Catania): **Über den Herschelit der sicilianischen Basalte** (Atti dell' Accad. Gioenia di Scienze Naturali in Catania 1902 (4^a), 15, Memoria III, S. 1—13. Mit 1 Taf.).

Der Herschelit wurde bis jetzt in Sicilien in den Basalten von Aci Castello und Palagonia gefunden. In der ersten Localität kommt das Mineral selten in einfachen Krystallen vor, welche das hexagonale Prisma und die Basis zeigen, gewöhnlich sind die Krystalle zu fast kugelförmigen Gruppen vereinigt; auf deren Oberfläche sieht man in allen Richtungen die viereckigen Flächen des Prismas.

Die optischen Eigenschaften stimmen mit jenen, welche Becke beobachtete, überein. Die in der Kälte hergestellten Präparate sind einaxig, wenn sie jedoch unter Erwärmen hergestellt wurden, tritt die Teilung in doppeltbrechende Zonen ein. Spec. Gew. 2,06.

Der Herschelit der Basalttuffe von Palagonia zeigt niemals die Aggregate, welche in Aci Castello so häufig sind; die Krystalle von Palagonia sind besser ausgebildet, von milchweißer Farbe; sie zeigen das hexagonale Prisma, die Basis und oft auch eine Pyramide, welche mehr oder weniger entwickelt ist.

Aus einigen nicht ganz genauen Messungen berechnet Verf.

$$c : a = 0,7357 : 1.$$

$$\begin{array}{l} (1\bar{1}04) : (0004) = *40^{\circ}21' \text{ gem.} \\ (1\bar{1}04) : (10\bar{1}1) \quad 37 \ 34 \quad - \quad 37^{\circ}46'38'' \text{ ber.} \end{array}$$

Schliffe nach der Basis besitzen das Verhalten der optisch einaxigen Substanzen: die Doppelbrechung ist negativ. Spec. Gew. 2,05.

Verf. glaubt, daß der Herschelit von Palagonia manchmal mit Thomsonit verwechselt wurde, während letzteres Mineral in Palagonia nicht vorkommt.

Ref.: F. Zambonini.

13. E. Ragusa (in Catania?): Vorkommen von Phosphorit bei Modica (Bollettino Accad. Gioenia Catania 1902, 71, 4—8).

Verf. hat in den miocänen Kalken der Umgegend von Modica Lager mit Phosphoritknollen gefunden, welche mit den nodule beds von Malta identisch sind. In zwei Knollen wurde 20 und 25 % P_2O_5 bestimmt. Die Verbreitung der Lager ist unbekannt, die Dicke erreicht wenige Centimeter.

Ref.: F. Zambonini.

14. A. Bussagli (in ?): Die Kupferkiese von Boccheggiano (Siena 1902. 43 Seiten in 8°).

Verf. hat fünf Mineralien aus den Gruben von Boccheggiano analysiert: er hat gefunden, daß vier Kupferkies, einer Bleiglanz waren. Der Cu-Gehalt des Kupferkieses schwankt zwischen 6,93 und 22,21 %, jener des Eisen zwischen 45,43 und 48,43 %.

Ref.: F. Zambonini.

15. B. Lotti (in Rom): Die geologischen Verhältnisse und die Genesis der Zinnerlagerstätten von Cortevicchia (Monte Amiata) (Rassegna Mineraria 1902, 17, Nr. 40, 465—468).

Die Zinnergrube von Cortevicchia liegt 17 km südlich der Spitze des Amiataberges und steht mit einer Linse von Nummulitenkalk in Beziehung; dieser Kalk ist von einer Zone von Kalk- und Tongesteinen bedeckt; unter ihm kommen weiße Kalke mit Schichten von rotem Tonschiefer, graue Kalke mit Kiesel- und Mergelschiefer vor, welche wenigstens zum Teil dem Senonian angehören.

Die Mineralisierung besteht hauptsächlich in der Vertretung des Calciumcarbonats durch Zinner und in einer Imprägnation der Mergelgesteine; sie betrifft nur die Zonen, welche sich zwischen dem Nummulitenkalk und den oben und unten liegenden Gesteinen finden. Nach dem Verf. wurde das Absetzen des Zinner bewirkt durch schwefelsäurehaltige Zinnerlösungen, welche im Nummulitenkalke eindringen und in den Spalten circulierte, ohne aber dort Zinner abzusetzen, weil keine Tone anwesend waren; wenn die Lösungen jedoch mit der oberen kalktonigen Zone, welche undurchlässig ist, in Berührung kamen, wurde das Mineral präcipitiert. Dieselbe Erscheinung erfolgte in den tonhaltigen Schichten, welche unter dem Nummulitenkalke liegen.

Ref.: F. Zambonini.

16. G. Alehino (in Rom): **Der Bauxit** (*Rassegna Mineraria* 1902, 15, Heft 45—48, 46 Seiten).

Die vorliegende Arbeit stellt eine Monographie dieses wichtigen Minerals dar. Von eigenen Untersuchungen findet man nur vier Analysen des italienischen Vorkommens von Lecce dei Marsi. Die vier Proben zeigten Pisolithstructur, sie sind mehr oder weniger dicht; Nr. 4 ist erdig. Calcium und Magnesium wurden nicht bestimmt, das Eisen als Ferrisalz betrachtet.

	I.	II.	III.	IV.
Al_2O_3	57,60	56,79	54,46	56,89
Fe_2O_3	26,55	26,20	30,63	25,98
SiO_2	2,79	2,98	2,48	4,06
TiO_2	1,27	2,24	1,17	1,28
CaO, MgO	nicht bestimmt			
Glühverlust	11,71	11,95	11,28	12,17
	99,92	100,13	100,02	100,38

Die analysierte Substanz war bei 100° getrocknet. Die Farbe ist ziegelrot für II. und III., hellrot für I. und IV.

Ref.: F. Zambonini.

17. G. de Angellis d'Ossat (in Rom): **Ein neues Zinnobervorkommen bei Saturnia in der Prov. Grosseto** (Ebenda 17, Heft 46, 273—275).

Der neue hier beschriebene Fundort findet sich nahe bei Saturnia in der Gemeinde Manciano und gehört dem Zinnerrevier des Amiataberges an. Verf. studierte eingehend die Geologie der Gegend.

Der Zinner wurde in dreierlei Art gefunden: A) in den unveränderten eocänen Gesteinen; der Kalk und der Sandstein enthalten ihn in den Spalten, während er in den Mergeln und Tonen, die aus der Verwitterung der eocänen Gesteine entstehen, nur zerstreut, neben Schwefel, Gypskrystallen, Eisenoxiden und Schwefelkies vorkommt; B) in pliocäнем, sandartigem Kalk und in den Sanden, welche die Fortsetzung desselben bilden; C) in einer secundären Lagerstätte, welche aus Bruchstücken von verschiedenen Gesteinen besteht und die eocäne und pliocäne Gesteine bedeckt. In A und B findet sich das Mineral auf primärer Lagerstätte.

Verf. hält dafür, daß der Zinner durch Thermalquellen fortgeführt und abgesetzt wurde.

Ref.: F. Zambonini.

18. A. Stella (in Rom): **Über das Blei-Baryt-Lager von Trou des Romains bei Courmayeur** (Ebenda 16, Nr. 17, 281—284).

Das Lager befindet sich nördlich von Courmayeur, rechts des Chapy- oder Sapintales. Es besteht aus einer Reihe von Linsen, welche in den triassischen Schiefern, in der Nähe des Contacts mit der Porphyrmasse der Saxe, eingeschaltet sind. Die Gangart ist wesentlich Quarz mit Baryt, Fluorit und Kalkspat, die Mineralisierung ist durch Bleiglanzieren mit Flecken von Zinkblende und Pyrit zu erkennen.

Nach dem Verf. wäre die Bildung des Lagers auf die Wirkung von »agents minéralisateurs«, welche mit dem Metamorphismus der umgebenden Gebirgsmassen gewirkt haben, zurückzuführen.

Ref.: F. Zambonini.

19. E. Monaco (in Neapel): Über eine cadmiumhaltige Zinkblende vom Monte Somma und einen Arsenschwefel aus der Solfatara von Pozzuoli (Annali della R. Scuola Superiore di Agricoltura in Portici 1902).

I. Die untersuchte blättrige Zinkblende wurde nahe der Cupa di Barone (Seehöhe 800 m) im zuckerkörnigen Kalk gefunden. Die Farbe ist dunkel; spec. Gew. bei $0^{\circ} = 3,866$. Die Analyse gab folgende Resultate:

<i>S</i>	25,60
<i>Fe</i>	19,47
<i>Zn</i> (mit Spur von <i>Mn</i> und <i>Cd</i>)	55,34
	100,41 ¹⁾

Verf. hat mit der Zinkblende vom M. Somma die Reactionen ausgeführt, welche Brown und Weinschenk beim Pyrit anwandten. Aus den Resultaten glaubt Verf. folgern zu können, daß der Zustand des Eisens in der untersuchten Zinkblende der gleiche ist wie im Pyrit.

II. Der Arsenschwefel wurde in der berühmten Solfatara von Pozzuoli gefunden. Es handelt sich um ein bleigraues, metallglänzendes Mineral, welches in körnigen Aggregaten vorkommt. Es ist mit Realgar gemischt. Krystallsystem vielleicht tetragonal; Brechungsexponent $> 2,14$; negative Doppelbrechung kleiner als jene des Realgar. Die Durchsichtigkeit gegen die Röntgenstrahlen ist größer als beim Realgar. Die Schmelzbarkeit steht zwischen jener des Wismuts und jener des Bleies. Das Resultat der Löslichkeitsversuche in Schwefelkohlenstoff ist: 100 g CS_2 lösen 0,004 g des untersuchten Minerals, 0,0064 von Realgar, 0,005 von Auripigment, 0,007 von Antimonglanz. Die Analyse ergab:

<i>As</i>	56,90
<i>S</i>	35,92
<i>H_2O</i>	7,00
	99,82

was mit der Formel $As_2S_3 + H_2O$ übereinstimmt.

Einige Versuche, das Mineral künstlich darzustellen, gaben negative Resultate.

Ref.: F. Zambonini.

20. E. von Fedorow (in Petrowskoje-Razumowskoje bei Moskau): Optische Vorrichtungen, die auf der Anwendung der Glasplättchenpackete beruhen (Annuaire géol. et minéral. d. l. Russie, Novo-Alex. 1902, 5, 217—221).

Um die vom Verf. construierten neuen Nicols (s. diese Zeitschr. 87, 413) auch im Tageslichte verwenden zu können, verbindet er sie mit Packeten aus dünnen, mattgeschliffenen und durch schwachen Lack verbundenen Glasplättchen. Ein solches Packet beschränkt die Lichtzerstreuung derart, daß man durch dasselbe parallel den Plättchen nur einen schmalen Lichtstreifen in der Ebene der Plättchen erblickt, durch zwei gekreuzte nur einen hellen Lichtfleck an der Kreuzung der beiden Streifen. Dieser Lichtfleck liefert nun im Mikroskope, wenn auf die gekreuzten Pakete der neue Nicol gesetzt wird, eine sehr helle Beleuchtung mit Strahlen, deren Divergenz weniger als 1° beträgt.

1) Nicht 100,68, wie Verf. angibt.

Schleift man die Endflächen der Packete nicht rechtwinkelig zu den Glasplättchen, sondern unter dem Polarisationswinkel, so gehen durch das Packet polarisierte Strahlen in einer Richtung, welche aber nach dem Austritte dispersiert werden; das Packet dient also dann als Spectropolarisator von einfacher Construction.

Das a. a. O. beschriebene Mikrodichroskop kann auch zur genauen Bestimmung der Schwingungsrichtung, d. h. als sehr empfindliches Polariskop, benutzt werden, wenn man dasselbe über dem Spiegel des Mikroskopes anbringt und durch eine Linse das reelle Bild seines Gitters in der Ebene des Präparates entwirft. Die Streifen erscheinen nur dann genau gleich gefärbt, wenn die Schwingungsrichtung des Präparates mit der des vorher eingestellten Analysators zusammenfällt.

Ref.: P. Groth.

21. F. Koch (in Agram): Ein Beryll aus dem Gebirge Motajica Planina in Bosnien (Wiss. Mitteil. aus Bosnien u. d. Hercegovina 1904, 8, 427—436).

Bei Kobaš, westlich von Brod an der Save, finden sich im Granit Pegmatitgänge mit Quarz in großen dunkeln Krystallen und farblosen feinen Nadeln, Muscovit, außerdem Beryll, schwarzer Turmalin, selten Stilbit, Talk, Fluorit, Pyrit und Psilomelan. Der Beryll ist farblos oder bläulichgrün, letzterer in Krystallen bis 40 cm Länge. Beobachtete Formen: $\{10\bar{1}0\}$, $\{0001\}$, $\{10\bar{1}1\}$, $\{11\bar{2}1\}$, $\{11\bar{2}0\}$, $\{31\bar{1}1\}$. Die Prismenflächen zeigten mehrfach parallel der Hauptaxe einspringende Rinnen, welche auf Zwillingsbildung hindeuteten, und in basischen Schliffen wurden Sektoren beobachtet, welche aus Lamellen parallel den Seiten der Basis bestanden; diese Lamellen zeigten alternierend die Auslöschungsschiefen 30° und 90° . Im convergenten Lichte deutliche Zweiaxigkeit, aber mit sehr kleinem Axenwinkel. Zahlreiche Flüssigkeitseinschlüsse, zum Teil in zonarer Anordnung. Die Analysen der farbigen (I.) und der farblosen (II.) Varietät ergaben:

	I.	II.
SiO_2	65,74	65,69
Al_2O_3	14,58	14,69
BeO	11,48	11,55
Fe_2O_3 ¹⁾	2,84	2,68
CaO	0,32	0,31
MgO	0,45	0,43
K_2O	0,39	0,33
Na_2O	0,77	0,68
H_2O	0,19	0,18
Glühverlust	2,53	2,36
	99,29	98,90

Ref.: P. Groth.

22. C. Kraft (in Krakau): Experimentelle Untersuchungen über die Skala der Interferenzfarben (Bulletin der Akad. d. Wiss. zu Krakau 1902, 310—354).

Die Farbenskalen von Wertheim (1854) und Rollett (1878) stimmen nicht gut mit einander überein. Verf. bestimmt deshalb eine neue Farbenskala

1) Zum Teil als Oxydul vorhanden.

und gibt das Resultat seiner Beobachtungen in einer Reihe von Tabellen bekannt.

Zur Erzeugung der Interferenzfarben bedient er sich des Biotschen Compensators aus drei der optischen Axe parallel geschnittenen Quarzplatten. Zwei derselben sind schwach keilförmig und liegen mit parallelen Axen gegenseitig verschiebbar auf einander, so daß die Gesamtdicke des Paares beliebig vermehrt oder vermindert werden kann. Die dritte Platte ist genau rechtwinklig, und ihre Axe steht zu den Axen der beiden anderen Platten senkrecht; sie compensiert daher die beiden anderen zum Teil oder auch ganz. Der zwischen zwei Nicol'schen Prismen befindliche Compensator wirkt also wie eine sehr dünne Platte von veränderlicher Dicke. Das aus dieser Vorrichtung austretende Licht wurde mit einem Rowlandschen Gitter spectral zerlegt und die Lage der dunklen Interferenzstreifen für die verschiedenen Farbtöne bestimmt. Als Lichtquelle dienten: frisch gefallener von der Sonne beleuchteter Schnee, der graue aber doch klare Himmel, der heiter zwischen blau und indigo gefärbte Himmel, Auerlicht, Argandbrenner, eine gewöhnliche 16kerzige elektrische Glühlampe, und das von einer Gypsplatte reflectierte Bogenlicht. Das Bogenlicht zeigt je nach der Stelle und der Intensität große Verschiedenheit. Wurde das Licht der positiven Kohle und eine Stromstärke von 15—18 Amp. benutzt, so war der Unterschied gegenüber den Beobachtungen mit Schnee nicht sehr groß. Dagegen bei 12—15 Amp. entsprach das Bogenlicht mehr dem Auerlicht. Argandbrenner und elektrische Glühlampe liefern annähernd gleiche Resultate.

Bei Anwendung verschiedener Lichtquellen entsprechen die gleichen Farbtöne nicht genau gleichen Interferenzstreifen, und die zusammengehörigen Farbenpaare bei parallelen und gekreuzten Nicols sind für die verschiedenen Lichtquellen nicht die gleichen.

Die Beobachtungen von Wertheim stimmen am besten mit den Beobachtungen des Verf. bei Verwendung des Argandbrenners, die Beobachtungen von Rollett mehr den Beobachtungen mit Sonnenlicht. Hiernach scheint sich die große Verschiedenheit zwischen den Resultaten der beiden Autoren durch eine Verschiedenheit der verwendeten Lichtquelle zu erklären.

Wird die Interferenzfarbe statt durch Quarz durch einen Körper mit stärkerer Dispersion erzeugt, so kann auch bei der gleichen Lichtquelle derselbe Farbenton einer anderen Wellenlänge des dunklen Interferenzstreifens entsprechen. Für Körper mit geringerer Dispersion kann man dagegen ohne merklichen Fehler die für den Quarz bestimmte Skala gelten lassen.

Ref.: J. Beckenkamp.

28. G. Tschermak (in Wien): **Die gewöhnliche Umwandlung der Turmaline** (Tschermaks min. u. petrogr. Mitteil., herausgegeben von Becke, Wien, 1902, 21, 1—14).

Nach einer Übersicht über ältere Angaben in der Literatur werden neue Beobachtungen¹⁾ über Pseudomorphosen nach Turmalin mitgeteilt, die in Übereinstimmung mit den Untersuchungen von Riggs und Diller als gewöhnliches Umwandlungsproduct Glimmer ergeben. Die schon von Blum nur makroskopisch studierten Pseudomorphosen vom Hradiskoberge bei Rožena in Mähren sind teils aus rosafarbigem, teils aus rotem Turmalin hervorgegangen und unzweifelhaft keine Verdrängungspseudomorphosen. In beiden Fällen wurde Muscovit als

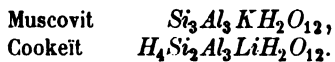
¹⁾ Vergl. aber auch diese Zeitschr. 35, 209.

Umwandlungsproduct sicher bestimmt, im letzteren Falle die Bestimmung durch eine von E. Ludwig ausgeführte Analyse noch bestätigt. Der Muscovit der Pseudomorphose nach dem roten Turmalin gehört zu den kaliärmeren Muscoviten. In beiden Fällen ist eine Aufnahme von Kali, wohl aus sich zersetzenden Orthoklas des Muttergesteins, nachweisbar.

Eine früher als »Pinit« von Schneeberg in Sachsen bezeichnete Stufe ist eine Pseudomorphose nach Magnesia-Eisen-Turmalin (Schörl). Als vorherrschendes Umwandlungsproduct wurde Meroxen, daneben etwas Muscovit und Hämatit nachgewiesen.

Die Untersuchung in Umwandlung begriffener Schörl vom Hörlberge bei Bodenmais ergab Muscovit und roten Meroxen als Umwandlungsproduct. An dem Muscovit bestimmte Becke den Brechungsquotienten zu 1,64, $\gamma - \alpha = 0,037$.

Pseudomorphosen nach Turmalin von Hebron in Maine erwiesen sich als Cookeit, weshalb auf der Beziehung zwischen den Formeln von Cookeit und Muscovit hingewiesen wird:



Die Umwandlung von Turmalin in Cookeit scheint sich nur unter besonderen Umständen zu vollziehen.

Die in der Literatur bekannt gewordenen seltenen Fälle von Pseudomorphosen von Chlorit nach Turmalin könnten zum Teil Verdrängungspseudomorphosen sein. Jedenfalls aber bildet sich in den meisten Fällen bei der Umwandlung des Turmalins Glimmer heraus. Dabei scheint der in der Nachbarschaft des Turmalins vorhandene Orthoklas das Kali zu liefern. Verf. stellt nun, um den chemischen Vorgang zu erläutern, neben einander Turmalin als $Si_{12}B_6Al_{16}Na_4H_8O_{63}$ und die vervierfachte Formel des Muscovites als $Si_{12}Al_{12}K_4H_8O_{48}$. Es zeigt sich, daß bei der Umwandlung $B_6Al_4O_{15}$ verloren und das Na (bezw. Li) des Turmalins durch K ersetzt wird. Die Magnesium- und Eisenturmaline enthalten aber außer der bereits angeführten Verbindung noch $Si_{12}B_6Al_{10}Mg_{12}H_6O_{63}$. Vergleicht man damit die doppelte Meroxenformel $Si_{12}Al_6Mg_{12}K_4H_2O_{48}$, so zeigt es sich, daß auch bei der Umwandlung in Meroxen $B_6Al_4O_{15}$ verloren, sowie ein Teil des Wasserstoffes durch K ersetzt wird. Die Zersetzung ist also in beiden Fällen durchaus gleichartig.

Ref.: W. Salomon.

24. R. Koechlin (in Wien): Zur Schneebergitfrage (Tschermaks min. u. petrogr. Mitteil. Wien 1902, 21, 15—22).

Nach einer Übersicht über die Literatur des Schneebergites zeigt Verf., daß der Brezinasche Schneebergit, nicht wie Eakle und Muthmann glaubten, Kalkeisengranat, sondern ein vermutlich selbständiges Mineral, nämlich im wesentlichen eine Verbindung von Antimon mit Kalk und Eisen ist. Eine Krankheits halber nicht beendete quantitative Analyse ergab 20,14 bzw. 19,94 CaO, 8,48 Fe₂O₃ + Al₂O₃, 0,18 MgO. Die qualitative Analyse zeigte als Hauptbestandteile Antimon, Kalk, Eisen, daneben Wismut, Thonerde, Magnesia, Kali und Natron, sowie Spuren von Arsen, Zinn und Blei, während die ältere qualitative Analyse Weidels auch noch Kupfer, Zink, Schwefelsäure ergeben hatte. Der Schneebergit ist stets in Oktaedern krystallisiert, die Farbe seines Pulvers lichtgelb. Bei langer Einwirkung einer starken Oydationsflamme zeigt er Spuren von Schmelzung. Die Sodaperle ist weiß. Der Brechungsindex wurde von Hlawatsch nach der Chaulnesschen Methode bestimmt. Er beträgt im Mittel 2,10.

Ref.: W. Salomon.

25. C. Doelter (in Graz: Neue Bestimmungen von Schmelzpunkten (Tschermaks min. u. petrogr. Mitteil. Wien 1902, 21, 23—30).

Verf. stellte neue Versuche¹⁾ über Schmelzpunkte von Mineralien und Gesteinen mit Hilfe eines von Heraeus hergestellten elektrischen Ofens an. Dieser hat gegenüber den früher von ihm verwendeten Gasöfen den Vorteil, daß wenigstens in einem Horizontaldurchschnitt und bei gleicher Distanz von der Wandung der Heizröhre dieselbe Temperatur herrscht. Die Construction des Ofens geschah nach dem Holbornschen Princip; doch wurde statt Nickeldraht Platin verwendet. Er hat eine Heizröhre von $6\frac{1}{2}$ cm innerem Durchmesser und 12 cm Höhe, so daß mehrere kleine Tiegel neben einander gestellt werden konnten. Die genaue Beschreibung kann hier nicht wiedergegeben werden. Höhere Temperaturen als 1350° ließen sich bisher nicht erreichen.

Im folgenden sind die neuen Bestimmungen wiedergegeben. T_1 ist der eigentliche Schmelzpunkt, die Umwandlungstemperatur; T_2 bedeutet die Temperatur, bei der Dünnflüssigkeit eintritt. Die Messungsergebnisse im elektrischen Ofen sind meist um $10—15^{\circ}$ höher als die im Gasofen erhaltenen.

Hornblende, eisenreich, dunkelbraun, von Lukow	$\left\{ \begin{array}{l} T_1 \text{ (Mittel)} \\ T_2 \end{array} \right.$	$\left\{ \begin{array}{l} 1065^{\circ} \\ 1085^{\circ} \end{array} \right.$
Hornblende, eisenärmer, heller, ebendaher	$\left\{ \begin{array}{l} T_1 \text{ (Mittel)} \\ T_2 \end{array} \right.$	$\left\{ \begin{array}{l} 1085^{\circ} \\ 1120^{\circ} \end{array} \right.$
Grüner Aktinolith von Pfätsch		1140°
Gastaldit von St. Marcel	$\left\{ \begin{array}{l} T_1 \\ T_2 \end{array} \right.$	$\left\{ \begin{array}{l} 1025^{\circ} \\ 1040^{\circ} \end{array} \right.$
Hypersthen von St. Paul	T_1	1185°
Augit von Sasbach	$\left\{ \begin{array}{l} T_1 \\ T_2 \end{array} \right.$	$\left\{ \begin{array}{l} 1080^{\circ}—1095^{\circ} \\ 1110^{\circ}—1115^{\circ} \end{array} \right.$
Augit von Arendal	T_1	1095°
Diallag von Le Prese	$\left\{ \begin{array}{l} T_1 \\ T_2 \end{array} \right.$	$\left\{ \begin{array}{l} 1095^{\circ} \\ 1115^{\circ} \end{array} \right.$
Wollastonit von Cziklowa	T_1	1220°
Ägirin	T_1	925°
Spodumen ²⁾ (Bestimmung durch Vergleich mit Kupfer)	T_1	$1078^{\circ}—1082^{\circ}$
Lepidolith	$\left\{ \begin{array}{l} T_1 \text{ (Mittel)} \\ T_2 \end{array} \right.$	$\left\{ \begin{array}{l} 930^{\circ} \\ 960^{\circ} \end{array} \right.$
Biotit von Miask	$\left\{ \begin{array}{l} T_1 \text{ (Mittel)} \\ T_2 \end{array} \right.$	$\left\{ \begin{array}{l} 1130^{\circ} \\ 1160^{\circ} \end{array} \right.$
Muscovit von N.-Hampshire	T_1	1230°
Melanit von Frascati	T_1	925°
Grossular von Auerbach	$\left\{ \begin{array}{l} T_1 \text{ (Mittel)} \\ T_2 \end{array} \right.$	$\left\{ \begin{array}{l} 1110^{\circ} \\ 1130^{\circ} \end{array} \right.$
Granat von Traversella	$\left\{ \begin{array}{l} T_1 \text{ (Mittel)} \\ T_2 \end{array} \right.$	$\left\{ \begin{array}{l} 1090^{\circ} \\ 1110^{\circ} \end{array} \right.$
Adular vom St. Gotthard	$\left\{ \begin{array}{l} T_1 \text{ (Mittel)} \\ T_2 \end{array} \right.$	$\left\{ \begin{array}{l} 1175^{\circ} \\ 1190^{\circ} \end{array} \right.$

1) Vergl. diese Zeitschr. 1903, 37, 507—514.

2) Das in der citierten älteren Arbeit (vergl. diese Zeitschr. 37, 508) als Spodumen bezeichnete Mineral war kein Spodumen.

Sanidin, Drachenfels	$\left\{ \begin{array}{l} T_1 \text{ (Mittel)} \\ T_2 \end{array} \right.$	$\begin{array}{l} 1130^0 \\ 1150^0 \end{array}$
Mikroklin, Pikes Peak	$\left\{ \begin{array}{l} T_1 \text{ (Mittel)} \\ T_2 \end{array} \right.$	$\begin{array}{l} 1155^0 \\ 1175^0 \end{array}$
Albit, Pfitsch	$\left\{ \begin{array}{l} T_1 \text{ (Mittel)} \\ T_2 \end{array} \right.$	$\begin{array}{l} 1110^0 \\ 1130^0 \end{array}$
Oligoklas, Bakersville	$\left\{ \begin{array}{l} T_1 \text{ (Mittel)} \\ T_2 \end{array} \right.$	$\begin{array}{l} 1120^0 \\ 1135^0 \end{array}$
Labrador, Kiew	$\left\{ \begin{array}{l} T_1 \text{ (Mittel)} \\ T_2 \end{array} \right.$	$\begin{array}{l} 1125^0 \\ 1140^0 \end{array}$
Anorthit, Vesuv	$\left\{ \begin{array}{l} T_1 \text{ (Mittel)} \\ T_2 \end{array} \right.$	$\begin{array}{l} 1132^0 \\ 1150^0 \end{array}$
Nephelin, Vesuv	$\left\{ \begin{array}{l} T_1 \\ T_2 \end{array} \right.$	$\begin{array}{l} 1095^0 \\ 1115^0 \end{array}$
Magnetit, Mulatto	$\left\{ \begin{array}{l} T_1 \\ T_2 \end{array} \right.$	$\begin{array}{l} 1185^0 \\ 1200^0 \end{array}$
Zoisit	$\left\{ \begin{array}{l} T_1 \\ T_2 \end{array} \right.$	$\begin{array}{l} 1090^0 \\ 1095^0 \end{array}$
Epidot, Bourg d'Oisans	$\left\{ \begin{array}{l} T_1 \\ T_2 \end{array} \right.$	$\begin{array}{l} 1095^0 \\ 1110^0 \end{array}$
Leucit, Vesuv		1310 ⁰

Aus den angeführten und den älteren Beobachtungen ergibt sich die folgende Reihenfolge der Schmelzpunkte (Umwandlungstemperaturen):

Melanit	920 ⁰	Oligoklas	1120 ⁰
Ägirin	925 ⁰	Labrador	1125 ⁰
Lepidolith	930 ⁰	Biotit von Miask	1130 ⁰
Gastaldit	1025 ⁰	Anorthit	1132 ⁰
Hornblende von Lukow,		Sanidin	1130 ⁰
eisenreich	1065 ⁰	Mikroklin	1155 ⁰
Eläolith	1080 ⁰	Mejonit	1155 ⁰
Augit von Sasbach	1085 ⁰	Orthoklas	1175 ⁰
Hornblende von Lukow,		Magnetit	1185 ⁰
eisenärmer	1085 ⁰	Hypersthen von St. Paul	1185 ⁰
Zoisit	1090 ⁰	Muscovit	1230 ⁰
Epidot	1090 ⁰	Strahlstein, Pfitsch	1230 ⁰
Granat von Traversella	1090 ⁰	Wollastonit	1220 ⁰
Augit von Arendal	1095 ⁰	Meroxen, Vesuv	1235 ⁰
Nephelin	1095 ⁰	Pleonast	1240 ⁰
Diallag von Leprese	1095 ⁰	Leucit	1300 ^{0 1)}
Grossular von Auerbach	1110 ⁰	Olivin	1350 ⁰
Albit	1110 ⁰	Bronzit	1400 ⁰

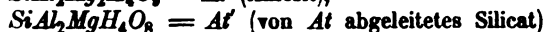
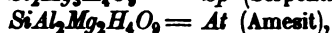
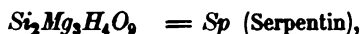
Ref.: W. Salomon.

26. J. Fromme (in Braunschweig): „**Brunsvigt**“, ein neuer Leptochlorit aus dem Radauthale (Tschermaks min. u. petrogr. Mitteil. Wien 1902, 21, 171—177).

Ein Gang im nordöstlichen Teile des Gabbrosteinbruches »Bärenstein IV« am Schmalenberge im Radauthale wird gebildet von späthigem und krystallisiertem

1) Nach der vorhergehenden Tabelle aber 1310⁰.

Kalkspath, Bergkrystall, derhem Quarz, Arsenkies, Kupferkies, Pyrit, Bleiglanz, Blende, seltener Albit. Der Brunsvigit tritt gleichfalls in diesem Gange auf und zwar bildet er besonders gern »kryptokrystallinische und kleinblättrige Massen, sodann auch zwischen Kalkspath und Quarz 1—2 mm dicke, krystallinisch-blättrige plattige Füllungen, deren Krystallblättchen senkrecht zu den Klüffflächen stehen«. Er ist grün bis dunkellauchgrün, im Strich graugrün. Die Krystallblättchen haben Glas- bis Fettglanz, die kryptokrystallinen Massen sind matt. Härte zwischen 1 und 2. Spec. Gew. in zwei Bestimmungen 3,0125 bzw. 3,0106 bei 15°. Das Pulver wird durch HCl , H_2SO_4 und HNO_3 unter Abscheidung pulveriger SiO_2 leicht zersetzt. Die Analyse des Verfs. ergab: SiO_2 27,88, Al_2O_3 15,81, Fe_2O_3 1,77, FeO 31,92, MnO 0,51, CaO 0,20, MgO 9,52, H_2O 11,97, hygroskop. Wasser 0,15; Summe 99,73. Daraus ergibt sich die Formel: $6SiO_2$, $2Al_2O_3$, $6FeO$, $3MgO$, $8H_2O$. Tschermak, an den sich der Verf. wandte, faßt den Brunsvigit als ein isomorphes Gemisch der drei Silicate



auf und gibt ihm die Formel $Sp_3At_3At_2'$. Danach ergeben sich die folgenden Zahlen:

	Berechnung:	Analyse (umgerechnet):
15 SiO_2	33,48	33,09
5 Al_2O_3	18,88	18,76
23 MgO	34,30	33,93
20 H_2O	43,34	44,21
	<hr/> 100,00	<hr/> 99,99

Von Tschermak stammen auch die folgenden Beobachtungen über die optischen Verhältnisse des Minerals. Farbe in der Durchsicht normal zur Spaltebene olivengrün bis lauchgrün. In der Richtung parallel zur Spaltebene grünlichgelb || der Hauptaxe. Optisch negativ. Im convergenten Lichte schwarzes Kreuz auf grünem Grunde. Mittlerer Brechungsexponent sehr wenig verschieden von dem des Metachlorites vom Büchenberge. Der Brunsvigit scheint in allen Steinbrüchen des unteren Radauthales und in dem großen Bruche oberhalb des Wasserfalles aufzutreten.

Ref.: W. Salomon.

27. A. Pelikan (in Prag): Pseudomorphose von Magnetit und Rutil nach Ilmenit (Tschermaks min. u. petrogr. Mitteil. Wien 1902, 21, 226—229).

Zwei Ilmenitkrystalle von der Alpe Lercheltini im Binnenthal von der Form $n\{2\bar{2}13\}$, $c\{0001\}$ zeigen auf den durchwegs gleichartig und vollzählig entwickelten Flächen von $\{2\bar{2}13\}$ sowie auf $\{0001\}$ aufgewachsene Rutil- und Magnetitkrystalle. Die Magnetitoktaeder liegen so mit einer Fläche auf der Basis des Ilmenites, daß die Oktaederkanten den Kanten von $c:n$ parallel gehen. Auf den n -Flächen geht gleichfalls eine Oktaederfläche der Kante $c:n$ parallel. Die Oktaederfläche geht annähernd, aber nicht genau parallel der betreffenden n -Fläche, da ja, wenn die eine Fläche der Basis parallel gerichtet ist, die andere nicht der n -Fläche entsprechen kann. Auch die Rutilkrystalle liegen auf n und c mit ihrer Längsaxe parallel zu der Combinationskante. Die Lage der übrigen Flächen des Rutils ließ sich nicht sicher bestimmen; doch scheint sie der bekannten Verwachsung von Eisenglanz und Rutil zu entsprechen.

Ein Schnitt durch einen der Ilmenitkrystalle \perp zu (0001) zeigte, daß nur ein innerer unregelmäßig begrenzter Kern der Krystalle wirklich noch aus Ilmenit besteht, während die äußere Zone in ein Gemenge von Magnetit und Rutil übergegangen ist. Der Verf. erklärt die Erscheinung durch die Annahme, daß ein ursprünglich homogen gewesener Krystall von (offenbar Fe_2O_3 -haltigem) Titaneisen eine natürlich sehr langsam erfolgende, von außen nach innen fortschreitende »Entmischung« erfahren hat, bei welcher Magneteisen und Rutil aus den Bestandteilen des Ilmenits gebildet wurden. Da bei diesem Vorgange die Form des ursprünglichen Krystalles im wesentlichen erhalten bleibt, so schlägt er für derartige Gebilde den Namen »Entmischungss pseudomorphosen« vor.

Ref.: W. Salomon.

28. J. Morozewicz (in Krakau): **Über Mariupolit, ein extremes Glied der Elkölithsyenite** (Tscherma's min. u. petrogr. Mitt. Wien 1902, 21, 238—246).

Bei der petrographischen Untersuchung des im Titel genannten neuen Gesteines von Mariupol (Gouvernement Jekaterinoslaw) wurden die das Gestein bildenden Mineralien sorgfältig isoliert und analysiert.

In der dichten Varietät des Mariupolites treten die von Hermann beschriebenen Auerbachit-Krystalle auf. Die Analyse ergab die unter II. aufgeführten Zahlen, I. ist die Hermannsche Analyse, III. die theoretische Zusammensetzung des Zirkons.

	I.	II.	III.
SiO_2	42,94	36,47	32,8
ZrO_2	55,48	64,53	67,2
Fe_2O_3	0,93	4,03	—
H_2O	0,95	4,48	—
Summe	99,97	99,94	100,0
Spec. Gew.	—	4,2	4,4

Auch die mikroskopische Untersuchung lehrt, daß die Abweichung von der typischen Beschaffenheit des Zirkons nur auf Zersetzung beruht. Auerbachit ist daher als selbständiges Mineral zu streichen.

Als zweiter Gemengteil wurde Ägirin isoliert. Er bildet kleine, nach c verlängerte und nach (100) abgeplattete Kryställchen von der Form {110} {100}, seltener auch {010}. Es sind $ca = 2^0-4^0$, $2V_\alpha = 64^0$, γ gelb, β gelblich-grün, α grün. Absorption $\alpha > \beta > \gamma$. Die Analyse ergab die Zahlen unter I.; unter II. finden sich die Zahlen, die der folgenden Formel entsprechen:

$$\left\{ \begin{array}{l} 9Na_2Fe_2Si_4O_{12} \\ Na_2Al_2Si_4O_{12} \\ \frac{1}{3}(Fe, Ca, Mg)_4Si_4O_{12} \end{array} \right\} \text{ hierbei in der dritten Reihe } \overset{II}{Fe} : Ca : Mg = 2 : 1,3 : 0,7.$$

SiO_2	Al_2O_3	Fe_2O_3	FeO	MnO	CaO	MgO	K_2O	Na_2O	H_2O	Summe:	Sp.Gew.:
I. 54,47	2,29	30,25	4,22	0,29	0,54	0,32	Spur	43,73	0,79	100,80	3,502
II. 52,55	2,27	30,28	4,05	—	0,52	0,20	—	43,43	—	100,00	—

Der analysierte Pyroxen ist also ein sehr reiner Jadeit-Ägirin.

Als dritter Gemengteil wurde Lepidomelan analysiert. I. enthält die Analysenzahlen, II. entspricht der Formel $\left\{ \begin{array}{c} \text{I} \\ 2 \text{Me}_2\text{Fe}_2\text{Si}_2\text{O}_8 \\ \text{II} \\ 1 \text{Me}_4\text{Si}_2\text{O}_8 \end{array} \right\} \text{K}_2\text{O} : \text{Na}_2\text{O} = 2 : 1.$

	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	+ TiO ₂	FeO	MnO	+ Mn ₂ O ₃	MgO	K ₂ O	Na ₂ O	H ₂ O	Fl
I.	33,26	11,70	24,60		8,54		5,04	3,00	7,78	2,46	2,50	— ¹⁾
II.	36,90	10,40	23,62			12,40		2,95	9,25	3,05	1,79	—

Summe: Sp. Gew.

I. 98,85 3,165

II. 100,00 —

Auffällig sind die großen Mengen der Manganoxyde und des Na₂O.

Der vierte mit Hilfe schwerer Flüssigkeiten und des Elektromagneten sorgfältig gereinigte Gemengteil war Nephelin (Eläolith), der in rundlichen Massen und nach (0001) tafelförmigen Krystallen auftritt.

	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	CaO	K ₂ O	Na ₂ O	H ₂ O	Summe: Sp. Gew.
Analyse:	43,33	33,97	0,30	0,12	5,40	16,07	0,96	100,15 2,625
K ₂ Na ₈ Al ₁₆ Si ₁₁ O ₄₂ ²⁾	43,7	33,7	—	—	6,2	16,4	—	100,00 —

Als fünfter und letzter wesentlicher Gemengteil wurde Albit isoliert.
2 V₇ = etwa 72°.

	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	CaO	K ₂ O	Na ₂ O	H ₂ O	Summe: Sp. Gew.
Analyse:	67,46	19,18	0,19	0,08	Spur	12,07	0,64	99,62 2,622
Na ₂ Al ₂ Si ₆ O ₁₆	68,8	19,4	—	—	—	11,8	—	100,0 —

Es ist also ein sehr reiner Albit.

Ref.: W. Salomon.

29. F. Focke (in Wien): **Regelmäßige Verwachsung von Nemaphyllit und Dolomit vom Wildkreuzjoch** (Tscherma's min. u. petrogr. Mitteil. Wien 1902, 21, 323—345).

Ein bereits von Blum als Pseudomorphose von Talk nach Magnesitpat beschriebenes Vorkommen bildet den Gegenstand der Untersuchung. Das Carbonat stellte sich dabei als vollständig normaler Dolomit heraus, der »Talk« als ein neues Mineral, das den Serpentin nahe steht, aber auch gewisse Beziehungen zu den Chloriten aufweist. Der Name »Nemaphyllit« bezieht sich auf die gleichzeitig blätterige und faserige Structur des Minerals.

Die Blättchen lassen nur selten krystallographische Begrenzung erkennen. In einem Falle konnten indessen ebene Winkel von 120°³⁾ beobachtet werden. Farbe im auffallenden Lichte bläulichgrün bis grünlichgrau. Seidenglanz oder schwacher Perlmutterglanz. Die Blättchen sind nicht biegsam, sondern zersplittern schon bei geringer Spannung, ohne daß indessen die Splitter heftig fortgeschleudert werden. Spaltbarkeit vollkommen nach der Blättchenfläche. Außerdem sind auf den Blättchen noch Risse || und ⊥ zur Faserung, sowie zartere Spältchen, die mit der Faserrichtung Winkel von 120° und 60° bilden, wahrnehmbar. Bei den Versuchen, Schlagfiguren zu erzeugen, entstand meist

1) Unbestimmt.

2) Thuguttische Formel des Nephelins.

3) Wohl nur ungefähr. Anm. d. Ref.

nur ein kleines quadratisches Loch, selten zwei \parallel und \perp zur Faserung verlaufende Strahlen, von denen der in der Faserrichtung gehende stärker ist. Härte etwa 3. Spec. Gew. (mit Kaliumquecksilberjodid und Cadmiumborowolframat; Westphalsche Wage) im Mittel = 2,600. Unter dem Mikroskope sehr dünne Lamellen, farblos bis hellgrün durchscheinend, etwas dickere bräunlichgrün bei schwachem Pleochroismus, \parallel der Faserung bräunlich, \perp hellgrün. Licht- und Doppelbrechung schwach, etwa wie Antigorit ($n = 1,570$). Auslöschung \parallel zur Faserung. $c \parallel$ der Faserung, a (erste Mittellinie) nicht ganz senkrecht auf der Blattfläche, $b \perp$ zur Faserung in der Blattebene. Im convergenten Lichte deutliches zweiaxiges Interferenzbild von negativem Charakter. Axenwinkel etwa 75° — 80° (im Axenwinkelapparate). Vor dem Lötrohre entfärbt sich das Mineral und schmilzt in dünnen Splittern schwierig zu gelblichgrauem bis braunem Email. Im Köhlchen wird es unter Wasserabgabe bräunlich. Das Pulver reagiert vor und nach dem Glühen alkalisch. Von concentrirter, heißer Salzsäure wird es unter Abscheidung pulveriger bis schleimiger Kieselsäure zersetzt. Es folgen die Zahlen einer Analyse von R. v. Zeyneck: SiO_2 42,49, Al_2O_3 0,40, FeO 4,63, MgO 37,60, CaO 0,72, Na_2O 2,11 (MnO , K_2O Spuren), H_2O 13,11; Summe 101,06. Diese Zahlen ergeben das folgende Verhältnis: $2SiO_2 : 2,892RO : 0,193Na_2O : 4,137H_2O$, wobei Al_2O_3 vernachlässigt ist. Man erhält also die Formel des Serpentin $Si_2Mg_3H_4O_9$, wobei ein Teil der MgO durch Na_2O ersetzt wäre.

Der Nemaphyllit ist nun nach dem Verf. primär mit dem Dolomit verwachsen. Lange, schmale, streifenförmige Blättchen von ihm sind »mit ihrer Spaltfläche \parallel der Rhomboëderfläche derart gelagert, daß die Faserrichtung mit den herablaufenden Polkanten \parallel geht. Infolgedessen entstehen auf jeder Rhomboëderfläche zwei sich unter 103° und 77° schneidende Lamellensysteme. Diese werden von einem dritten, feinen Liniensystem durchschnitten, das äußerst gleichmäßig, dicht und zart struiert ist und von Blättchen herrührt, welche mit ihrer Faserrichtung \parallel der kürzeren Diagonale einer Rhomboëderfläche liegen, während ihre Spaltfläche dem verwendeten Prisma $\{11\bar{2}0\}$ parallel ist«. Drei Figuren geben ein anschauliches Bild von dieser regelmäßigen Verwachsung, die nach allen drei Spaltflächen des Dolomites gleichartig entwickelt ist.

Ref.: W. Salomon.

30. J. E. Hibs (in Tetschen-Liebwerd): **Geologische Karte des böhmischen Mittelgebirges. Blatt V (Großpriesen)** (Tschermaks min. u. petrogr. Mitteil. Wien 1902, 21, 465—588).

Auf S. 586—588 ist eine Liste der Mineralvorkommen des untersuchten Gebietes mitgeteilt, die außer den von Zepharovich und Hintze gegebenen Fundorten auch noch einige neue enthält. Die Liste umfaßt Analcim, Apophyllit, Aragonit, Augit, Biotit, Castellit, Calcit, Chabasit, Comptonit, Eisenglanz, Epidot, Fluorit, Hornblende, Natrolith, Nephelin, Phakolith, Pyroretin, Sodalith, Titanit und Zeophyllit, einen neuen fluorhaltigen Zeolith vom spec. Gew. 2,764, Formel $Si_3O_{11}Ca_4H_4F_2$. (Vgl. A. Pelikan, Beiträge zur Kenntnis d. Zeol. Böhmens, Akad. Anzeiger, Wien 1902, Nr. IX, Math. naturw. Klasse, S. 143). Der Zeophyllit kommt in Hohlräumen des nephelinführenden Feldspatbasaltes westlich der Katzenkoppe, südöstlich Großpriesen, vor.

Ref.: W. Salomon.

31. A. Frenzel († in Freiberg i. S.): **Neue Pseudomorphosen** (Tschermaks min. u. petrogr. Mitteil. Wien 1902, 21, 182).

Eine Quarzdruse von der Försterzeche zu Zinnwald in Sachsen enthält prachtvolle Pseudomorphosen von Roteisenerz nach Wolframitkrystallen in der gewöhnlichen Zinnwalder Form.

Beim Abbau von Erzkobalt und Wismutocker auf den Gruben »Gottes Geschick« und »Stamm Asser« am Graul bei Schwarzenberg wurden außer schön sternförmigen Agricolithkrystallen kleine Wismutockerkryställchen gefunden, die die Combination $\{211\}$ $\{2\bar{1}1\}$ zeigen. Sie sind wohl Pseudomorphosen von Wismutocker nach Eulytin (Kieselwismut).

Aus dem Magnetstollen bei Zschorlau erhielt Verf. eine Pseudomorphose von Stilpnosiderit nach Uranit.

Ref.: W. Salomon.

32. F. Becke (in Wien): **Über eine Hornblende von besonderer optischer Orientierung** (Ebenda 247—248).

Verf. beobachtete in einem Grünschiefer vom Lämmerbüchl (Duxer Tal) eine dunkelblaugrüne Hornblende, die dieselbe optische Orientierung hat wie die von Hlawatsch aus dem Eläolithsyenitporphyr von Predazzo beschriebene. Sie ist mit gemeiner grüner Hornblende verwachsen.

Ref.: W. Salomon.

33. H. Tertsch (in Wien): **Über die Lage der Hämatitschuppen im Oligoklas von Tvedestrand** (Ebenda 248—251).

Im Gegensatz zu den älteren Angaben von Scheerer und Lea zeigt Verf. unter sorgfältiger Berücksichtigung der Brechung des Lichtes in dem Feldspat und genauer Erklärung seiner Untersuchungsmethode, daß die Schuppen den Flächen (538), in Zone $\{[131-0\bar{4}1]$ und $[101-011]\}$, sowie (417), $\{[0\bar{1}1-111]$ und $[101-2\bar{1}1]\}$ entsprechen. Doch scheint es, als ob die beiden Flächen nur Grenzlagen gegenüber der einfacheren Fläche (213) bezeichnen. In einem Präparat \perp 001—010 wurde eine durch mehrere Zwillingsindividuen hindurchreichende und dabei regelmäßig geknickte Schuppe gefunden. Verf. schließt daraus, daß die Krystallisation der Schuppen vor der Verzwillingung erfolgt ist.

Ref.: W. Salomon.

34. Anonymus: Chalkophyllit von Schmiedeberg (Ebenda 251).

In einer Barytgrube beim Bahnhofe Schmiedeberg im Erzgebirge wurde ein Stück gefunden, das neben Quarz und Baryt den für die Lokalität neuen Chalkophyllit in »kleinen rosettig gehäuften Täfelchen von schön grüner Farbe« führt.

Ref.: W. Salomon.

35. L. K. Moser (in Triest): **Mineralvorkommen des Karstgebietes von Triest** (Ebenda 251—254).

Es wurden beobachtet: Toneisenstein bei Rizmanje, Brauneisen, eigentlich Umwandlungspseudomorphosen von Pyrit oder Markasit, auf dem Plateau des Trstenik und längs des Stephanieweges ober Barcola, Pyrit bei Aurisina in der Combination von »Pentagondodekaeder und Würfel, seltener in Oktaedern«, bei Sta. Croce in der Combination derselben drei Formen, Gyps bei San

Giovanni und Sta. Saba, Quarz in nelkenbraunen Kryställchen im Kalkstein von Nabresina, Bivio, Sta. Croce, Opcina usw. (Prisma mit den beiden Rhomboëdern), Vivianit in der Terra rossa der Dolinen als staubiger Überzug.

Ref.: W. Salomon.

36. V. Neuwirth (in Göding): Neue Beiträge zur Kenntnis der mineralogischen Verhältnisse der Umgebung von Zöptau (Tschermaks min. u. petrogr. Mitteil. Wien 1902, 21, 346—354).

Es werden folgende Funde beschrieben: 1) Adular vom Schinderhübel bei Marschendorf auf Amphibolit mit Epidot. Der Adular zeigt T, l, x ; mitunter aber untergeordnet P . Es kommen neben einfachen Krystallen auch Bavenoer Zwillinge vor, wie die von G. vom Rath vom Scopi beschriebenen. 2) Adular vom Mattenberg (?) bei Marschendorf. Form $TlxP$. Mitunter regelmäßig mit Albit von der Form $MPTlxyz$ verwachsen, so daß die Zone MTl gemeinsam ist. Daneben auch Albitkrystalle von periklinartigem Aussehen, in Wirklichkeit aber Zwillinge nach dem Albitgesetz von der Form $TlMxPnv$. Auf diesen Krystallen sitzt umgekehrt Adular auf. Auch am Viehbich bei Zöptau findet sich Adular mit Albit verwachsen. Diese Verwachsungen sind zum Teil abgebildet. 3) Epidot von Marschendorf und Wermsdorf. Der Epidot vom Butterhübel bei Marschendorf zeigt $\{001\}$, $\{100\}$, $\{\bar{1}01\}$, $\{\bar{2}01\}$, $\{110\}$, $\{\bar{1}11\}$. Epidot vom Mattenberg bei Marschendorf zeigt an den freien Enden der Orthodiagonale $\{\bar{1}11\}$, $\{011\}$. Epidot vom Erbrichtergut bei Wermsdorf zeigt die Combination $\{001\}$, $\{100\}$, $\{\bar{1}01\}$, $\{110\}$. 4) Granat vom Hofberg bei Wermsdorf. Auf Kluftflächen von Granatfels dunkelhyazinthrote Granatkrystalle $\{110\}$, $\{211\}$, weißer Orthoklas, Epidot. 5) Beryll aus dem Scheibengraben zwischen Marschendorf und Wermsdorf. Im Pegmatit zusammen mit Schörl, rotem Granat, (?) Spinell, grün $\{111\}$, $\{110\}$. Der Beryll ist säulenförmig ohne ausgebildete Enden und hat bläulichgrüne Farbe. 6) Chabasit und Sphen vom Fellberg bei Stettenhof. 7) Klinochlorkrystalle aus dem Topfsteinbruch bei Zöptau. Verf. fand hier zum ersten Male deutlich krystallisierten Klinochlor vom Typus des von Tschermak vom Wildkreuzjoch in Tirol beschriebenen. 8) Mitteilung, daß der Kolenatische Tantalit mit dem Magnetit im Granit des Wiesenberges identisch ist.

Ref.: W. Salomon.

37. F. Focke (in Wien): Über ein neues Skolezitvorkommen in Salzburg (Ebenda 354—355).

An der Mairalpe im Habachthale bei Salzburg tritt Skolezit als Kluftausfüllung neben Desmin in verwittertem Amphibolit auf. Er bildet radiaifaserige weiße Krusten von einer Dicke bis zu einem Centimeter. Genaue Messungen der Krystallenden waren unmöglich. Immerhin ließen sich mit der Lupe $\{110\}$, $\{010\}$, $\{111\}$, $\bar{1}11$ erkennen. Zwillinge nach $\{100\}$ sind häufig. Auf $\{010\}$ bildet die erste negative Mittellinie einen Winkel von 15° — 18° mit der Verticalem. Spec. Gew. 2,24. 14% CaO .

Ref.: W. Salomon.

38. R. Koechlin (in Wien): Neue Salze von Kalusz (Ebenda 355—356).

Die bisher nicht beschriebenen Stücke wurden in der Kainitregion gefunden. Außer Steinsalz und Sylvin wurden daran beobachtet: Epsomit, Pikromerit, ein dem Simonit nahestehendes Salz und ein noch nicht vollständig untersuchtes Sulfat (Aphthalose?).

Die Epsomithkrystalle erreichen bis zu 2,5 cm Größe. Formen: {100}, {010}, {110}, {210}, {120}, {111}, {011}, {101}, {211}.

Der Pikromerit tritt nicht nur in derben Massen, sondern auch in 2—3 mm großen Kryställchen auf. Formen: {001}, {010}, {201}, {011}, {110}, {120}, {230}, {111}. Das dritte Mineral, durch die *Na*-Reaction vor dem Lötrohre schon in derben Massen leicht von dem sonst ähnlichen Pikromerit unterscheidbar, zeigt Formen, die mit denen des Simonyites übereinstimmen, nämlich {001}, {011}, {111}, {110}, {210}. Die Analyse ergab: SO_3 48,09, MgO 11,94, Na_2O 18,14, K_2O 0,43, H_2O 21,52, *Cl* Spur, Rückstand 0,07; Summe 100,19. Bei 100° gibt das Mineral von 8 Teilen Wasser 6 ab, was im Verein mit dem Kaligehalt als Unterschied gegenüber dem Simonyit hervorgehoben wird. Es wird vorläufig als Natronkalisimonyit bezeichnet.

Ref.: W. Salomon.

39. A. von Löhr (in Wien): **Über Opaltigerauge** (Tschermaks min. u. petrogr. Mitteil. Wien 1902, 21, 356).

Ein Opal von holzbrauner Farbe, angeblich aus Tasmanien, zeigt »infolge sehr feiner paralleler Hohlräume ähnliche Reflexerscheinungen«, wie die echten Krokydolith-Tigeraugen.

Ref.: W. Salomon.

40. A. Sigmund (in Wien): **Niederösterreichische Mineralvorkommen** (Ebenda 363).

Am Westabhange des Spiegels bei Senftenberg in Niederösterreich fand Verf. bis 8 cm hohe und 4,5 cm dicke Orthoklaskrystalle in Pegmatit. Formen: {110}, {130}, {010}, {001}, {201}. Damit zusammen tritt Schörl auf, an dem die Formen {1120}, {1010}, {1011}, {0112}, {0221} beobachtet wurden.

Arsenkies in schwebend gebildeten, bis 1 cm großen Krystallen von der Combination {110}, {014}, {101}, tritt in Sericitschiefer von der Grösbau bei Reichenau neben Siderit und Kupferkies auf.

Ref.: W. Salomon.

41. H. V. Graber (in Böhmisches-Leipa): **Die Gesteine des oberösterreichischen Mühlviertels und der Cordierit von Linz a. D.** (Ebenda 449—454).

Im Mühlviertel tritt eine mehrere Kilometer lange und breite Masse von »Titanitgranit« auf, in der in jedem Handstück Titanit in beträchtlicher Menge zu finden ist. Er bildet gut begrenzte, bis 1 cm große Krystalle in der Briefcouvertgestalt.

In »grobkörnigen, fast pegmatitisch aussehenden Gängen, die den Randflasergranit am Ausgange des Donaudurchbruchs Ottensheim-Linz durchziehen«, wurde neben Quarz Cordierit in »größeren Brocken« und undeutlichen bis 1 cm großen Krystallen schon von P. Resch und jetzt wieder vom Verf. erkannt. Daß es sich wirklich um Cordierit handelt, wurde durch sorgfältige optische und mikrochemische Untersuchung bewiesen.

Ref.: W. Salomon.

42. C. Leiss (in Steglitz): **Über eine Verbesserung an der Polarisator-einrichtung von Mikroskopen** (Ebenda 454—456).

Die neue Vorrichtung, die auf Anregung von Tschermak angebracht wurde, besteht im wesentlichen darin, daß der Polarisator mit seiner Hülse an einem

Gelenkarm angebracht und dadurch rasch zur Seite geschlagen werden kann. Eine ganz ähnliche Vorrichtung hatte übrigens Koristka in Mailand auf Vorschlag des verstorbenen F. Sansoni schon im Jahre 1893 an Mikroskopen des mineralogischen Instituts der Universität Pavia angebracht, wie der Referent bezeugen kann. Auch hat Weinschenk eine andere Construction zu dem gleichen Zweck schon früher von Seibert in Wetzlar ausführen lassen.

Ref.: W. Salomon.

43. C. Hlawatsch (in Wien): Bestimmung der Doppelbrechung für verschiedene Farben an einigen Mineralien. I. Vesuvian (Tschermaks min. u. petrogr. Mitteil. Wien 1902, 21, 107—156. 2 Tafeln).

Die auf Anregung von Becke ausgeführte interessante Arbeit stellt sich die Aufgabe, zunächst am Vesuvian, später am Apophyllit, Chlorit, Zoisit und Epidot die Dispersion der Doppelbrechung zu messen, die Färbung des Compensationsstreifens und der ihm benachbarten Interferenzstreifen im Babinetschen Compensator zu bestimmen und die Dispersion der Doppelbrechung auch graphisch zur Darstellung zu bringen.

Es wurde zu diesem Zwecke so verfahren, daß der Compensator in den Tubus eingesetzt und auf den Analysator ein Abbesches Spectralocular aufgesetzt wurde. Da diese Combination indessen mit Beziehung auf die Richtung des vom Spiegel herkommenden Strahles parallaktisch ist, so wurde ein Heliostat angewendet, ein Blendschirm aus Pauspapier eingeschaltet und durch häufiges Einstellen des Heliostaten und Wiederholung der Messung die Ungenauigkeit der Methode möglichst vermindert.

Die Beobachtungsergebnisse wurden durch Construction der Curven gleichen Gangunterschiedes in einem idealen Beugungsspectrum graphisch dargestellt, wobei als Beispiel die Verhältnisse dienen, wie sie bei Betrachtung eines Newtonschen Ringes durch ein Spectroskop mit radial gestelltem Spalt zur Geltung kommen. Zur Erläuterung dieses Falles wurde ein Schema gezeichnet, bei dem als Abscisse die Dicke des Luftkeiles, als Ordinate die Wellenlänge aufgetragen wurde. Der Abscisse parallel wurden die den Fraunhoferschen Linien *B*, *D*, *b*, *F* und *G* entsprechenden Linien ausgezogen und auf diesen wieder Curven der Lichtintensität aus den Zahlen für 0, $\frac{\lambda}{12}$, $\frac{\lambda}{6}$, $\frac{\lambda}{4}$, $\frac{\lambda}{3}$, $\frac{5\lambda}{12}$, $\frac{\lambda}{2}$ usw. aufgetragen. Es ergab sich so für jede Fraunhofersche Linie eine Wellenlinie, deren Berge den Maxima, deren Täler den Minima entsprechen. Verbindet man nun die Maximal- bzw. Minimalpunkte dieser verschiedenen Wellenlinien mit einander, so erhält man gerade Linien oder Curven gleichen Gangunterschiedes. Analoge Constructionen sind dann für einen Keil von Quarz und für eine Reihe der genauer untersuchten Vesuviane ausgeführt. Weitere Einzelheiten über die Constructionen sind ohne Figuren kaum wiederzugeben und mögen daher im Original verglichen werden. Im folgenden sind die wichtigsten Messungsergebnisse mitgeteilt.

Es wurden genau untersucht: 1) Idokras von Poljakowsk, lichtgrün. 2) Idokras, kurzsäulenförmig, grün, von Ala. 3) Vesuvian, braun, stenglig, vom selben Fundorte. 4) Idokras, braun, Canzocoli (Sforzella) bei Predazzo. 5) Vesuvian, grünbraun, von Sandford, Maine. 6. Wiluit. Hierbei und im folgenden ist die Benennung »Idokras« auf Varietäten mit sehr starker Dispersion und schwankendem Charakter der Doppelbrechung beschränkt. Bei 1) ergab sich nach der

Prismenmethode $\omega_{Na} = 1,7120$, $\varepsilon_{Na} = 1,7108$ (wahrscheinlicher Fehler $\pm 0,0002$). Ferner wurde an demselben Prisma die Dispersion für ω bestimmt. Es ergab sich für Rot (ungefähr B) $1,7071$, Gelb (ungefähr D) $1,7120$, Blau (Grenze gegen Grün, ungefähr F) $1,7190$, Blau (Grenze gegen Violett, ungefähr G) $1,7311$, wobei immer die vierte Decimale nur zur Schätzung angegeben ist. Als Doppelbrechung ergab sich mit Hilfe des Babinetschen Compensators:

	B	D	b	F	G
$\varepsilon - \omega$	$-0,0364$	$-0,047$	$+0,0362$	$+0,0373$	$+0,02172$.

Für 2) ergab sich als Differenz $\varepsilon - \omega$

(für grünen Idokras von Ala) in einem Präparate von $56,9 \mu$ Dicke || (110) an Stelle mit roter Interferenzfarbe:

	B	D	b	F	G
$\varepsilon - \omega$	$-0,02149$	$-0,02109$	$-0,0362$	$-0,0314$	$+0,02109$;

für grünen Idokras von Ala, ebenso, Präparat von $44,6 \mu$ Dicke, || (110):

	B	D	b	F	G
$\varepsilon - \omega$	$-0,00140$	$-0,00106$	$-0,0363$	$-0,0326$	$+0,0368$;

für denselben, Stelle mit gelber Interferenzfarbe, Dicke $54,9 \mu$ (wie oben):

	B	D	b	F	G
$\omega - \varepsilon$	$0,00245$	$0,00210$	$0,00173$	$0,00147$	$0,00062$;

für denselben, gestreifte Anwachsstelle, Dicke des Präparates $66,8 \mu$:

	B	D	b	F	G
$\omega - \varepsilon$	$0,00331$	$0,00305$	$0,00274$	$0,00248$	$0,00176$.

Für 3) ergab sich $\omega_{Na} 1,732$, $\varepsilon_{Na} 1,726$ und ferner

a. Präparat mit gelber Interferenzfarbe, Dicke $78,3 \mu$:

	B	D	b	F	G
$\omega - \varepsilon$	$0,00607$	$0,00595$	$0,00586$	$0,00577$	$0,00549$.

b. Präparat mit blauer Interferenzfarbe, Dicke $97,1 \mu$:

	B	D	b	F	G
$\omega - \varepsilon$	$0,00616$	$0,00602$	$0,00591$	$0,00579$	$0,00551$.

Für 4) ergab sich $\omega = 1,716$, $\varepsilon = 1,717$ und ferner:

	B	D	b	F	G
$\varepsilon - \omega$	$0,00027$	$0,00051$	$0,00084$	$0,00109$	$0,00180$.

Für 5) ergab sich $\omega = 1,705$, $\varepsilon = 1,701$:

	B	D	b	F	G
$\omega - \varepsilon$	$0,00486$	$0,00478$	$0,00465$	$0,00460$	$0,00434$.

Für 6) ergab sich $\varepsilon = 1,721$, $\omega = 1,716$.

a. Sanduhrförmiger Kern des Präparates, Interferenzfarbe blaugrün, Dicke $125,1 \mu$:

	B	D	b	F	G
$\varepsilon - \omega$	$0,00490$	$0,00511$	$0,00539$	$0,00558$	$0,00600$.

b. Anwachskegel der Prismen, Interferenzfarbe dunkelgelb, Dicke 83,9 μ :

	<i>B</i>	<i>D</i>	<i>b</i>	<i>F</i>	<i>G</i>
$\varepsilon - \omega$ scil. $\gamma - \alpha$	0,00483	0,00494	0,00511	0,00523	0,00542.

Außer diesen sechs genauer gemessenen Vesuvianvorkommnissen wurden an folgenden anderen noch einzelne Bestimmungen vorgenommen: 1) Lichtbrauner Krystall vermutlich vom Vesuv; 2) Cziklowa, gelbgrün; 3) Slatoust, grün; 4) lichtgrüne Krystalle von Zermatt; 5) brauner Krystall von Rymfischwäng (?); 6) gelbe Krystalle vom Monzoni; 7) Eker, grün; 8) Egg, braun; 9) Vesuv, dunkelbraun; 10) Cirque d'Arbizon, braun; 11) Haslau (Egeran); 12) rote Krystalle (Manganvesuvian) von Aosta.

Nach einer eingehenden Discussion über den Einfluß der chemischen Constitution des Vesuvians auf seine optischen Eigenschaften kommt der Verf. zu dem Schlusse, »daß der Vesuvian nicht als Mischung nur eines positiven und eines negativen Endgliedes anzusehen ist, sondern daß mehrere negative und vielleicht auch mehr als ein positives vorhanden sind«. Doch wird hervorgehoben, daß die Analysen noch nicht ausreichen, um diese Frage aufzuklären¹⁾.

Hinsichtlich der optischen Anomalien des Vesuvians spricht sich der Verf. dafür aus, dass sie entsprechend der Braunsschen Anschauung durch den Einfluß der isomorphen Mischung bedingt sind. An einer anderen Stelle sagt er, daß »sie nicht primärer Natur sind, sondern eine Folge der Wachstumserscheinungen«.

Ref.: W. Salomon.

44. J. E. Hibsch (in Tetschen-Liebwerd): **Calcitkrystalle von Katharinenberg, Erzgebirge** (Tschermaks min. u. petrogr. Mitteil. Wien 1902, 21, 460).

Die Krystalle zeigen nach Messungen von Wolfersberger die Formen: $e\{110\} = \{01\bar{1}2\}$, $b\{21\bar{1}\} = \{10\bar{1}0\}$ und $\{7\bar{3}\bar{3}\} = \{10.0.\bar{1}0.4\}$, *e* ist matt, *b* glänzt lebhaft, $\{7\bar{3}\bar{3}\}$ ist etwas matt und gestreift.

Ref.: W. Salomon.

45. F. Becke (in Wien): **Calcit vom oberen Klammtunnel an der Strecke Schwarzach—St. Veit—Gastein** (Ebenda, 460).

In einer Höhle in dunkelgrauem dichten Kalkstein waren die Wände mit 6—8 cm langen Calcitskalenoëdern ausgekleidet. Die herrschende Krystallform ist $v\{201\} = \{21\bar{3}1\}$ »mit etwas parkettierten, nicht sehr ebenen Flächen«. Die Krystalle zeigen um einen rauchgrauen durchscheinenden Kern abwechselnde Lagen von eisenockerhaltigen gelbbraunen und grauen Schichten. Längs der ockerhaltigen Schichten lösen sich die Krystalle gern ab, so daß Gebilde analog dem Kappenquarz entstehen.

Ref.: W. Salomon.

46. A. Osann (in Freiburg i. B., früher in Mülhausen i. Els.): **Erläuterungen zu gewissen archaischen Gesteinen im Ottawatale** (Geol. Survey of Canada 1902, 12, Part O, 1—84, 11 Tafeln).

Die in den 60er Jahren ins Leben getretene kanadische Apatitindustrie ging anfangs der 90er wieder ein infolge der wachsenden Bedeutung der Phos-

¹⁾ Man vergl. darüber auch C. Klein, Über einen Zusammenhang zwischen optischen Eigenschaften und chemischer Zusammensetzung beim Vesuvian. Sitz.-Ber. Berl. Akad. d. Wiss. 1904, 20, 653.

phorite von Florida, Alabama usw. Die meisten alten Baue stehen unter Wasser. In anderen, wie in der Vavasourgrube, wird nur noch der Phlogopit in den bis 1 m mächtigen Apatitgängen gewonnen. Die geologischen Verhältnisse der Apatitlagerstätten in der Provinz Quebec sind folgende. Der Apatit kommt stets in echten Gängen vor, welche sowohl die laurentischen Gneise und deren Gefolgschaft, wie auch sogenannte »Pyroxenite« durchsetzen. Ersterenfalls sind es zum Teil Lagergänge, zum Teil Ausfüllungen von Spalten, welche jene Gesteine rechtwinklig durchschneiden. Auf keinen Fall sind diese Lagerstätten normale, gleichalterige Glieder der laurentischen Gneißformation. Die apatitführenden Gänge werden von basischen Tiefengesteinen (mit ungefähr 48,5% SiO_2) aus den Familien der Gabbros, Shonkinite und auch von Pyroxeniten begleitet. Die »Pyroxenite« Sterry Hunts sind teilweise jene Tiefengesteine im veränderten Zustande, teilweise Neubildungen (Spaltenausfüllungen) in den Gängen selbst. Sehr schöne Pyroxenitsalbänder finden sich in dem Aufschluß beim Pouporepostamt (die Augitindividuen \perp zum Contact). Niemals hat Verf. eine derjenigen des Gneißes vergleichbare || Structur der Pyroxenite beobachten können. Die wesentlichen Veränderungen der Tiefengesteine bestehen in der Neubildung von Skapolith (auf Kosten der CaNa -Feldspate), von Phlogopit, Titanit, Pyrit, Pyrrhotin und bisweilen Chalkopyrit. Unverkennbar sind die Gneise, Quarzite, Ganggranite und andere zugehörige Gesteine mit Material der Apatit- und Pyroxenitgänge imprägniert worden. Dabei ist secundärer Augit entstanden, welcher sich den ebengenannten Neubildungen zugesellte. Die Paragenesis in den Gängen ist zum Teil durch Fluor- oder Chlorgehalt ausgezeichnet (Apatit, Phlogopit, Skapolith und Turmalin, seltenerweise nur vereinzelt Fluorit). Sulfide, besonders Pyrit und Pyrrhotin, finden sich reichlich, untergeordnet Chalkopyrit. Titanit ist sehr verbreitet. Von reinen Silicaten finden sich besonders Pyroxen, weniger reichlich Amphibol und Feldspate. Quarz ist selten. Das von Harrington mehrfach erwähnte Graphitvorkommen in Apatitgängen ist für die genetische Beurteilung bedeutsam. Schließlich bildet sehr reichlicher Calcit nach des Verfs. Beobachtungen stets das jüngste Gangmineral. Die Gänge zeigen stellenweise Structures, wie sie den Erzgängen eigen sind, z. B. laterale Symmetrie, Hohldrüsen, Abzweigungen, Cocardenstructur; in benachbarten Graniten werden sphärische Absonderungsklüfte durch Gangminerale, Pyroxen, Titanit, Pyrit, Apatit, erfüllt (»Leopardgranit«) usw. Diese Erscheinungen beweisen die größte Ähnlichkeit der kanadischen Apatitgänge mit denen des südlichen Norwegen, nur ist dort die Titansäure durch Rutil, in Canada durch Titanit vertreten. Auch die Apatitgänge in der schwedischen Provinz Norbotten stimmen in ihrer Mineralführung und in ihren Beziehungen zu basischen Tiefengesteinen genau mit den norwegischen und kanadischen Vorkommen überein.

Bezüglich der Entstehung aller dieser Apatitgänge wird mit Brögger, Reusch und Vogt und speciell hinsichtlich des kanadischen Vorkommens mit Ells angenommen, daß sich die Gangminerale gebildet haben durch einen Fumarolenproceß, welcher die Eruption des basischen Magmas begleitete oder ihr unmittelbar gefolgt ist. Das Gangmaterial und besonders die reichlichen Elemente Cl , F , Ti , P , B (im Turmalin), Li (im Phlogopit) und S können nicht wohl durch Lateralsecretion aus den benachbarten Gneisen hervorgegangen sein. Dazu kommen die von Vogt betonten chemischen und geologischen Analogien zwischen den Apatit- und Zinnerzgängen.

Die Gangfolge ist allgemein: Pyroxen, Phlogopit, Apatit, Calcit. Ein

abgebildetes Gangfragment aus der Emeraldgrube zeigt einen etwa 3 cm langen, 2 cm dicken, 3—4 mm dick mit Apatit überkrusteten Pyroxenkrystall, das Ganze — analog der Cocardenstructur in Erzgängen — eingebettet in grobkörnigen rötlichen Calcit, der auch wohlausgebildete schwarze Augitkrystalle einschließt. An der Gangoberfläche der Vavasourgrube liegen bis 5 cm dicke und doppelt so lange Pyroxenkrystalle mit der Prismenzone meist \perp zum Contact. Wohlausgebildete Pyroxenkrystalle trifft man vorzugsweise in typischen Apatitgängen, welche viel Calcit enthalten, unmittelbar am Contact. Die Krystalle sind oberflächlich rau und matt und sehen besonders auf Terminalflächen wie corrodirt aus. Auf Bruchflächen gleichen sie dunkelgrünem Flaschenglas; durch Stoß spalten sie sehr vollkommen nach (110). Augitkrystalle von der Cascadegrube, {110}, {010}, {100}, {111}, {101}, {111}, {001}, bis 6 cm dick und 9—10 cm lang, zeigen mitunter auch {221}. {010} ist immer sehr schmal, die anderen Flächen der Prismenzone sind annähernd gleich entwickelt, oder {100} herrscht vor. Aus einer Analyse grauen Pyroxens von Templeton durch Harrington ergibt sich eine gute Übereinstimmung mit der Zusammensetzung von Diopsid. In den veränderten Scapolithgabbros ist der Pyroxen teilweise uralitisiert, anscheinend unabhängig von der Bildung der Apatitgänge. Phlogopit variiert von licht bräunlichgelb durch rotbraun zu dunklem Kastanienbraun und ist meistens dunkelbernsteinbraun. Die äußerst häufigen Krystalle haben bis über 0,3 m Durchmesser; Tafeln von 10—15 cm Durchmesser sind etwas ganz Gewöhnliches. Die peripherischen Flächen sind wegen ihrer Rauheit mit dem Anlegegoniometer nicht genau bestimmbar. Stellenweise sind Zwillingsformen sehr häufig. Mitunter erfüllen schuppige Glimmeraggregate die Räume zwischen den Pyroxenen. Spaltungslamellen zeigen keinen erkennbaren Pleochroismus, der Winkel der optischen Axen ist durchweg sehr klein. Li-Gehalt zeigten mit einer Ausnahme alle untersuchten Glimmervorkommen (Prüfung durch einfaches Erhitzen in der Bunsenflamme und Beobachtung durch das Spectroskop). Die meisten Glimmerproben gaben bei der Prüfung (Schmelzen von 1 g Glimmer mit $KNaCO_3$, Auflösen in heißem Wasser, Abfiltrieren vom Unlöslichen, Ausfällen der Kieselsäure und Thonerde aus dem Filtrat durch Ammoncarbonat, Ansäuern des Filtrats mit HCl , Austreiben des CO_2 durch Kochen, Neutralisation mit NH_4OH und Fällern von CaF_2 durch $CaCl_2$) eine starke Fluorreaction; nur eine Probe aus der Cascadegrube war F-arm. Besonders schöne und relativ große Asterismus verursachende Einschlüsse finden sich im Glimmer der North Stargrube. Sie gleichen denen von South Burgess und stimmen auch mit Lacroix Beschreibung ähnlicher Einschlüsse in Biotit von Templeton sehr gut überein.

Die vom Verf. untersuchten Glimmer waren absolut frisch und elastisch — nur solche werden gewonnen und technisch verwertet —; er hält daher die Einschlüsse für nicht secundär. Die meisten derselben sind feine Nadeln. Eine solche im North Star-Glimmer hatte 1 cm Länge und bei 70facher Vergrößerung erschien sie gleich dick mit dem Faden des Kreuzes (Ocular 3, Objectiv 2, Fuess). Mitunter endigen die Nadeln keil- oder tabakspfeifenförmig. Andere Einschlüsse stellen kurze Rechtecke, Quadrate, Rhomben, gestreckte Sechsecke, Achtecke dar und sind oft scheinbar hemimorph. Bei den nicht seltenen Contactzwillingen ist eine Begrenzungsfläche Zwillingssebene und die Auslöschung beider \parallel zur Trennungslinie. Trotz günstiger Beobachtungsbedingungen fand Verf. bei zahlreichen Messungen kaum zwei mit einander übereinstimmende Blättchen; die Form derselben gibt also kaum Anhaltspunkte zur sicheren Identifizierung.

Die äußerst dünnen Täfelchen zeigen im gewöhnlichen Lichte blasse Newtonsche Farben, lebhafter, wenn isoliert und in Wasser suspendiert. Nadeln löschen stets \parallel aus, die übrigen Formen gewöhnlich \parallel zur längsten Kante, mit deren Richtung bald diejenige der größeren, bald die der kleineren Elasticität zusammenfällt. Die Contouren erscheinen äußerst scharf, aber nicht sehr kräftig, so daß die Lichtbrechung nicht viel stärker sein kann, als beim Glimmer. Nadelchen, welche bei 300facher Vergrößerung (Ocular 3, Objectiv 7, Fuess) kaum dicker als die Fäden des Kreuzes erscheinen, sind noch durchscheinend, können also kaum Rutil sein, wie gewöhnlich angenommen wird. Diese Einschlüsse zeigen die bekannte regelmäßige Anordnung. Gegen HF sind sie absolut beständig, können also damit leicht isoliert werden. Sie ritzen deutlich Glas. Im Platinlöffel kurze Zeit vor der Gebläselampe erhitzt, werden sie trüb und weißlich und zeigen in Wasser suspendiert keine Wirkung mehr auf polarisiertes Licht. Prof. Jannasch in Heidelberg constatirte in einer kleinen Probe isolierten Einschlußmaterials eine vorläufig nicht näher bestimmte Substanz (wahrscheinlich ZrO_2 , gemengt mit noch einer zweiten seltenen Erde), Spuren von Fe_2O_3 , etwas TiO_2 , wahrscheinlich H_2O ; es fehlen SiO_2 , Al_2O_3 , F , B_2O_3 .

Apatitkrystalle, stets $\{10\bar{1}0\}$, $\{10\bar{1}1\}$, nie mit $\{0001\}$ beobachtet, meist grün, lichtgrasgrün bis dunkelblaugrün, auch bräunlichgrün bis braun, finden sich um so besser ausgebildet, je calcitreicher die Gänge sind. Kanten und Ecken sind sehr oft gerundet. Auf Ätzfiguren wurde erfolglos geprüft. Derbe Apatitpartien bilden für sich oder mit rötlichem Calcit gewöhnlich das Ganginnere und sind zum Teil recht vollkommen grobspätig. Krystalle werden bis meterlang, zusammenhängende derbe Massen bis 1000 Tonnen schwer. Zuckerkörniger, meist weißer Apatit ist stellenweise mit der Hand zerreiblich. Aus Hoffmanns, Carnots und Voelckers Analysen schließt Verf., daß sich dieselben auf nicht einschlußfreies Material beziehen, ferner daß die kanadischen Apatite sehr viel Fluorid (bis 99% der im Molekül vorhandenen Halogenverbindung) enthalten; das Verhältnis von Fluoridmolekül zu Chloridmolekül ist stets größer als 4:1. Viele Apatitkrystalle haben einen Calcitkern; vermutlich wurden Hohlräume in skelettartig gewachsenen Apatiten schließlich mit Calcit gefüllt. Letzterer wurde nie kristallographisch begrenzt beobachtet. Lücken in regelmäßigen Netzwerken von Phlogopit und Pyroxen sind entweder leer oder mit rötlichem grobkörnigen Calcit erfüllt. Feldspäte sind in manchen Apatitlagern äußerst häufig. Grobkristalline Aggregate grauen Mikroklin bedecken an vielen Stellen die Gangwände. Andesinkrystalle von der Cascadegrube (Ab_4An_3) mit $\{001\}$, $\{010\}$, $\{110\}$, $\{1\bar{1}0\}$, $\{130\}$, $\{1\bar{3}0\}$, $\{\bar{1}01\}$, $\{\bar{1}\bar{1}1\}$, $\{\bar{1}11\}$, sehr rauhfächig, gestreckt nach a , ca. 5 cm lang, sitzen zum Teil auf compactem Pyroxenit, zum Teil auf einem Netzwerk kleiner Pyroxenkrystalle. In der Vavasourgrube trifft man Aggregate aus grobkristallinem Mikroklin (Individuen bis über 8 cm Durchmesser), hellgrünem Andesin und grünem Pyroxen. Aggregate aus Stengelchen und \parallel Fasern hellgrünen Aktinoliths finden sich hauptsächlich in der Little Rapidsgrube. Dasselbst enthalten Calcit und Quarz bis 0,5 cm lange Turmalinkrystalle (schwarz, im durchfallenden Lichte braun) mit den Endflächen $\{10\bar{1}1\}$, $\{01\bar{1}2\}$. In einer Grube am Crown Hill ist eine ganze Wand mit Schörl bedeckt. Aus einer früheren Analyse von Adams ergibt sich für Skapolith der dortigen Gegend die Zusammensetzung Me_1Ma_2 bis Me_2Ma_3 . Verf. fand \parallel faserige Skapolithaggregate sehr verbreitet in den Gruben von Crown Hill, Union und High Rock, wo sie ganze Wände bedecken.

Äußerst häufig sind mikroskopische Skapolithe in den Pyroxeniten; frisches Material aus Skapolithgabbro von der Vavasourgrube hat das spec. Gew. 2,64 (36—40% *Me*). In der Emeraldgrube ist Pyroxenit stellenweise gänzlich durchsetzt mit Pyrrhotin und Pyrit, welche verwitterte Stücke braun färben. Titanit, {123}, {004}, {102}, findet sich in allen Gängen. Ein Gangabschnitt aus der Little Rapidsgrube besteht im wesentlichen aus grauem Mikroklin mit Krystallen grünen Pyroxens und über 1 cm großen Titaniten. Verf. fand in der North Stargrube etwas violetten Fluorit, der sonst selten zu sein scheint. Grüner Flußspat auf Halden wird vielleicht manchmal mit Apatit verwechselt. Von dem im ganzen nicht häufigen Quarz finden sich derbe Stücke mit Turmalin und Aktinolith in der Little Rapidsgrube. Krystalle scheinen als relativ junge Gebilde nur auf Hohldrusenflächen vorzukommen. Eine solche aus der Vavasourgrube war ganz mit wasserklaren, etwa 0,5 cm langen Quarzkrystallen, {10 $\bar{1}$ 0}, {10 $\bar{1}$ 1}, {01 $\bar{1}$ 1}, und einer weißen steinmarkähnlichen Masse überkleidet. Dasselbe ist der Calcit ungewöhnlich grobkörnig und enthält etwas Chalkopyrit. Im Templeton-Stadtbezirk sollen über 0,3 m lange Zirkonkrystalle vorkommen. Dortselbst findet sich auch Molybdänit und Graphit. Gneise nördlich der Londongrube enthalten Granat-»Augen« bis 5 cm Durchmesser.

Ein Abschnitt über den Eozoonkalkstein von Côte St. Pierre (S. 60—66) hat nur petrographisches Interesse.

In dem Graphitvorkommen von Graphite City, Township of Buckingham, erfüllt der Graphit allermeist Gänge und Spalten in Gneiß, körnigem Kalk und eugranitischen Gesteinen. Die Richtung solcher bis 20 cm mächtiger, öfters verzweigter Gänge ist unabhängig vom Streichen der durchsetzten Gesteine. Körniger Kalk ist von den Gängen aus stark mit Graphit imprägniert. In der Maingrube, in welcher körniger Kalk und Gneiß aneinander grenzen, sind beide Gesteine reichlich und sehr gleichmäßig mit Graphitblättchen imprägniert; auch hier ist ein Zusammenhang mit einem benachbarten Graphitgange anzunehmen. In weitaus den meisten Fällen erfüllt der Graphit allein die Gänge und besteht dann gewöhnlich aus Aggregaten von || Fasern und Stengelchen \perp zu den Gangwänden. Selten begleiten ihn grüner Apatit und Skapolith.

Bei Nellys Grube fanden sich in Gangfragmenten bis faustgroße Stücke reinen Apatits, während die Hauptmasse aus körnigem Apatit-Quarzaggregat mit reichlichem Titanit, Graphit, Skapolith und Pyroxen bestand. Manche Stellen dieses Aggregates unterscheiden sich in nichts von dem »Pyroxenit« der Apatitgänge. Das Graphitvorkommen von Graphite City ist verknüpft mit massigen Eruptivgesteinen, deren Mineralbestand demjenigen der Gesteine aus dem Bereiche der Apatitgänge gleicht. Soweit Verf. beobachten konnte, ist das Graphitvorkommen an den Contact dieser Eruptivgesteine mit Gneiß und körnigem Kalk gebunden, welch letzterer stellenweise unter reichlicher Bildung von Skapolith, Pyroxen und Titanit stark verändert ist. — In glimmerreichen Partien von Gneiß aus der Nähe der Main-Grube kommt Graphit in Form unregelmäßig begrenzter, gewöhnlich in der Richtung der Schieferung gestreckter Fetzen in ungefähr gleicher Menge wie Glimmer und zwar gewöhnlich diesem unmittelbar zwischengewachsen vor und hängt unvermittelt mit Sulfiden, wahrscheinlich Pyrit, zusammen; gleiches trifft man daselbst in graphitreichem Kalkstein. Der Glimmer ist in jenen Gneïßen als Infiltrationsproduct anzusehen. Daneben wurde Rutil und in geringen Mengen Cassiterit nachgewiesen. In wahrscheinlich aus körnigem Kalkstein technisch gewonnenen Graphitmassen fanden sich mikroskopisch zwillingslamellierter Calcit, monokliner Augit (zum

Teil serpentinisiert), Quarz, reichlich Titanit (stark pleochroitisch) und farblose Fasern (Tremolit oder Wollastonit?), sowie Pyrit. — Im Stadtbezirke Grenville bildet der Graphit bis über 4 dm mächtige Gänge in körnigem Kalk, dessen Bänder zwischen laurentinischen Gneiß eingelagert sind. Der mittelkörnige Kalk enthält makroskopisch wie geschmolzen aussehende Körner grünen Pyroxens und kleine Graphitblättchen; mikroskopisch finden sich darin Feldspat, Quarz, Granat und Titanit. Der Kalkstein zwischen den Graphitgängen ist stark verändert, stellenweise quarzitähnlich geworden; oder der Calcit ist größtenteils in Wollastonitfasern umgewandelt. Zugleich erscheint das die Spalten umgebende Gestein durch Imprägnation mit Graphit geschwärzt, während sonst der Kalkstein im Gangcontact gewöhnlich grobkörnig und blau ist wie in Contactgesteinen vom Monzoni und aus dem Banat. In und auf den Gängen finden sich kubikfußgroße Massen aus reinem faserigen Wollastonit, grünem Pyroxen und Titanit, ferner mehr als 1 cm große hexagonale Graphit tafeln. Der Graphit bildet als reine Gangfüllung structurlose Massen oder Faseraggregate.

Die Imprägnierung mit Graphit wurde offenbar erleichtert durch die etwas lockere Structur des Kalksteines.

Der Wollastonit stellt entweder schneeweiße Aggregate von 10—20 cm langen Fasern dar und ist dann gewöhnlich sehr rein, oder bildet ein regellos körniges Stengelaggregat und ist dann reichlich vermengt mit Pyroxen und Titanit. Mikroskopisch enthält das scheinbar reine Mineral kleine Augitlamellen (c || zu den Fasern (b) des Wollastonits). Graphit und Pyrit sind teilweise jünger als jener, dessen Zusammensetzung aus einer früheren Analyse von Bunce = $90,74\% \text{ CaSiO}_3 + 1,85\% \text{ FeSiO}_3 + \text{Quarz}$ sich berechnet. Der dunkelflaschengrüne Augit spaltet || (110) und nach (001); || zu diesen Flächen enthält er Streifen mikroskopischer Flüssigkeitseinschlüsse.

Titanit findet sich reichlich in Stücken bis zu Kopfgröße. Verf. fand nur derbe Exemplare von harzbrauner Farbe. Er konnte mittels Goniometermessung eine Absonderung nach zwei Flächen unter $54^\circ 29'$ beobachten (Busz hatte an Titanit von Renfrew aus einem Winkel = $54^\circ 30'$ eine Absonderung || (115) berechnet), infolge deren das Mineral sehr wenig cohärent ist. Von Zirkon fand Verf. im Grenviller Graphitvorkommen nur zwei ca. 5 mm lange, 1 mm dicke, licht grauviolette Krystalle, {110}, {331}, {311}, {111} scharf ausgebildet.

Beide Graphitvorkommen zeigen Mineralneubildung, wie sie im wesentlichen contactmetamorphen Kalksteinen eigen zu sein pflegt. Verf. nimmt an, daß aus dem benachbarten Magma Gase und Dämpfe, später vielleicht auch Lösungen fremder Materialien, besonders SiO_2 , in den Kalkstein gelangten. Einen ähnlichen Prozeß hält Verf. auch bezüglich der Bildung der Graphitgänge für wahrscheinlich. Während bei Graphite City Tiefengesteine und Graphitgänge deutlich in engem Zusammenhange stehen und ohne weiteres an eine Fumarolentätigkeit nach der Verfestigung des Eruptivgesteines gedacht werden kann, vermag mit dem Graphitvorkommen von Grenville nur vermutungsweise ein Syenitmassiv in Beziehung gebracht zu werden.

Das in der Provinz Quebec so eng benachbarte Vorkommen von Apatit- und Graphitgängen läßt bei der weitgehenden mineralogischen und geologischen Übereinstimmung beider — man braucht nur an den Graphitgehalt von Apatitgängen und an den Apatitgehalt von Graphitgängen zu denken — auf Gleichheit oder Analogie ihres Ursprunges schließen. Bezüglich der Herkunft des Ganggraphites denkt Verf. an einen ursprünglichen Kohlenstoffgehalt in den schmelz-

flüssigen Teilen der Erdrinde. Der Ganggraphit hat genetisch nichts zu tun mit den in körnigen Kalken Canadas weit verbreiteten spärlichen Graphiteinschlüssen, die nach des Verfs. Ansicht vor der Marmorisierung des Kalksteines organische Kohle waren.

Ref.: E. Düll.

47. H. Bücking (in Straßburg): **Beiträge zur Geologie von Celebes** (Sammlgn. d. geol. Reichsmuseums in Leiden 1902, 7 (I), 29—205. Mit 4 Tfln. und 1 Karte).

Die Publication bringt Beschreibungen zahlreicher Gesteine von der W.-Küste der Insel¹⁾, ferner von Sumalata und Paleh, aus dem Matinanggebirge im N., aus Paguat und Bone, sowie aus der auch geologisch geschilderten Gegend ö. vom Pangkadjene. Adern goldhaltigen Quarzes durchziehen einen Augitandesit aus der Gegend von Totok und Belang. Goldhaltigen Pyrit findet man im Sumalata-Grubenfelde. Etwas Eisenkies und eine Spur Gold wurde im Granit bei Molosipat beobachtet. Bei Lanuo am Lonkiflusse wird (aus verwittertem Granit?) Gold gewaschen. Aplit in Hornblendegranit bei Patente ist ziemlich reich an goldführendem Pyrit. Stücke eines liparitähnlichen Gesteines vom Berge Pani zeigen auf Kluffflächen braune Eisenerzüberzüge, krustenförmige Neubildungen von Quarz und Blättchen von Freigold. Angeblich findet sich daselbst das Gold in eigentümlichen Imprägnationszonen und auf »Zersetzungsklüften«, hier stets mit Quarz. Im allgemeinen ist solcher Liparit etwas mehr zersetzt als der goldfreie; die Grundmasse ist, zumal in den durch gleichmäßig verteilten Limonit gefärbten Bändern, etwas mehr krystallinisch und anscheinend etwas reicher an Quarz, der bisweilen kleine Drusen bildet. Bei Iota schließen Chlorit- und Talkschiefer ein Quarzittlager mit eingesprengtem Pyrit und Kupferkies ein; angeblich finden sich daselbst auch Erzgänge mit Kupferglanz. Pyritwürfel (bis 3 mm Kantenlänge), sowie Drusen mit farblosem Quarz und weißem Orthoklas enthält ein Aplit vom Strande in der Lingianstraße, s. vom Cap Dongo. Bläulicher Chalcedon, durchtrümmert von Quarz, bildet das Material einer mächtigen Gesteinsplatte (vermutlich einer Spaltenausfüllung) vom Kampong Baleisan. Unweit Mangliu wird eine anstehende Serpentinbreccie von dünnen Calcithäuten und bis 3 mm dicken Chalcedonschalen durchzogen; Drusenräume zeigen daselbst Chalcedonkrusten; hier und da sind weiße Talkschüppchen-Aggregate eingesprengt. Als Muttergestein von technisch verwerteten Chalcedonen und Achaten und vielleicht auch von »Opalconcretionen« wird Serpentin aus dieser Gegend bezeichnet. Derbe Massen grobspätigen Calcites sind secundäre Bildungen in Augit-Andesittuff von der Mandarküste. Pseudomorphosen von Magnetit, Calcit und Chlorit nach Augit (bis 5 mm groß) enthält ein Conglomerat von Sumalata. In Serpentin bei Mangliu (2 km ö. vom Pangkadjene) finden sich bis 5 mm breite Einsprenglinge eines grünen Minerals mit sehr guter Spaltbarkeit nach einer Fläche. Verfasser hält sie für Pseudomorphosen von Serpentin nach Bronzit (Bastit). Ein Serpentin aus der gleichen Gegend enthält größere Eisenerzkörner, sowie Bastit und wird von mehreren bis 5 mm breiten Chrysotilschnüren durchzogen. Schwarzen Magneteisensanden begegnet man sehr häufig an den Mündungen der Flüsse, welche aus vulkanischem Gebiete kommen.

Im Glaukophan-Epidot-Glimmerschiefer aus dem Pangkadjeneflusse finden

¹⁾ Vergl. P. und F. Sarasin, Entwurf einer geographisch-geologischen Beschreibung der Insel Celebes. Wiesb. 1904.

sich dunkelfarbige schmale Glaukophanstengel (bis 7 mm lang) ohne ebene Terminalflächen, mit {110} und {100}; Pleochroismus a = hell gelblich bis gelblichgrau, b = violett, c = himmelblau; Querabsonderung nicht regelmäßig. Glaukophan und Epidot sind unter einander || angeordnet. Die übrige Paragenesis ist Granat {110}, Titaneisen, Hämatit (dünne durchscheinende Blättchen, zum Teil deutlich sechsseitig), Rutil, Turmalin (oft beidseitig, von verschiedenen steilen Rhomboëdern begrenzt).

Ein anderer Glaukophanschiefer aus gleicher Gegend zeigt folgende Paragenesis: Granat (bis erbsengroße {110}), Epidot, grasgrüner Omphacit, Quarz; in faserigen Partien herrscht Glaukophan vor, dessen Säulchen (mit {110} und {010}; $c:c$ auf {010} = 4° – 6°) durch meist || Anordnung seidenartigen Glanz auf der Schieferfläche bewirken; mikroskopisch finden sich Titanit und Rutil; secundär sind chloritische Producte und Brauneisen. Strahlsteinschiefer von Makassar enthält wirr gelagerte Aktinolithprismen (bis 2 cm lang, 1 cm breit) und einzelne bis 1,5 cm breite Blätter lauchgrünen Chlorites. Ansehnlichere meist schwarze Hornblendeinsprenglinge finden sich in grobkörnigem Diorit von der Tambu-Bai, in Andesit von der Dondo-Bai, in Andesit des Conglomerates vom Kwala-besar-Bezirk, in andesitartigen Geröllen von Dopallak, in Tuffen oberhalb Kantising, im Dacitgeschiebe des Pankadjenefflusses bei Mangliu (hier Zwillinge und Zwillinglamellierung, mikroskopische Erzinterpositionen und Glaseinschlüsse), in Ausscheidungen des Granites vom Tandjung Labeya, endlich in porphyrtartigem Granit vom Kap Dondo. In beiden letztgenannten Gesteinen finden sich auch Krystalle von Biotit und ansehnlichere Einsprenglinge von Orthoklas (zum Teil Karlsbader Zwillinge). Leucitbasalte vom Tandjung-Lossa an der Mandarküste enthalten als Einsprenglinge Krystalle diopsidartigen hellgrünen Augites; bis mehrere mm große Krystalle basaltischen Augits finden sich daselbst in Leucittuff (hier etwas in der Richtung von c gestreckt), in olivinhaltigen Andesiten des Conglomerats von Sumalata, in Augitporphyr vom Dopallak-Schachte, im Augitandesitgeschiebe des Pangkadjenefflusses bei Mangliu (sehr ähnlich dem Augitporphyr vom Fassatale auch durch das Auftreten kleiner Calcitmandeln). Leucit bildet in Basalten, Trachyten und Tuffen von der Mandarküste und der Mamudju-Bai kleine Einsprenglinge (bis höchstens 10 mm dick) und ist meist kaolinisiert; im Basanit von unfern der Spitze des Oleidu kiki ist der Leucit zum Teil in körnigen und strahligen Zeolith umgewandelt. Einsprenglinge grauen Sanidins, teils nach {010} tafelförmig und bis 15 mm lang, teils durch gleiche Ausbildung von {001} und {010} klinodiagonal prismatisch (bis 10 mm lang und 5 mm dick), finden sich in Leucittrachyt vom Tandjung Mulo (Mandarküste), ähnlich, zum Teil etwas größer, zonar struiert (meist Karlsbader Zwillinge) in Trachyt aus einem Conglomerat vom Kampong Tambi. Augitbiotittrachyt von Tondong sero enthält bis 3 cm große Sanidineinsprenglinge, nach {010} meist tafelförmig (Karlsbader Zwillinge), die auch {110}, sowie {001}, {101} und {201} zeigen; einzelne klinodiagonal prismatische Sanidinkrystalle sind einfach. Plagiokas in Diorit von Pulu Laut in der Tambu-Bucht läßt mitunter bis 30 isomorphe Zonen unterscheiden.

Ref.: E. Düll.

48. A. Pelikan (in Prag): Petrographische Untersuchungen von Gesteinen der Inseln Sokotra, Abd el Kûri und Sémha (Denkschr. d. mathem.-naturwiss. Klasse d. kaiserl. Akad. d. Wiss. Wien 1902, 71, 63–91).

Riebeckit-Akmit-Granit von Dáhamis enthält schwarze Riebeckitsäulchen

(bis 10 mm lang und 1 mm dick) mit unter der Lupe gut erkennbarer prismatischer Spaltbarkeit. c = grünlichgelb (nach Rosenbusch grün); Mittelwert $c:a = \text{ca. } 8^0$. Im gleichen Gesteine kommen — oft dem Riebeckit um- oder angewachsen — ziemlich gut ausgebildete Akmitkrystalle vor, im Schliff zum Teil von sechseckigem Querschnitt und deutlichen Spaltrissen nach (110). Riebeckitgranit aus der Gegend nördlich des Adunopasses (oberes Ihéltal) enthält Riebeckit in großen, bis 1,5 mm dicken Säulchen und mikroskopischen Nadelchen. Syenitporphyr vom Gebel Kubeher zeigt in brauner Grundmasse bis 4 mm dicke und bis 8 mm hohe Feldspateinsprenglinge, meist Orthoklas (Karlsbader und Bavenoer Zwillinge), wahrscheinlich auch Albit. Dahamit, ein neues aplitisches Ganggestein aus der Gefolgschaft des Alkaligranites, enthält u. a. sehr kleine Riebeckitsäulchen und spärliche Einsprenglinge roter Feldspatkrystalle von derbem Charakter (säulenförmige bis 4 mm dick, tafelige 6—8 mm lang, $\frac{1}{2}$ —1 mm dick), hauptsächlich Albit oder ein ihm sehr nahestehender Plagioklas (Zwillinge nach dem Albit- und Periklingesetze und solche, die den Bavenoer Zwillingen des Orthoklases entsprechen).

Ref.: E. Düll.

XIV. Zur Kenntniss einiger künstlich dargestellter Verbindungen.

Von

S. Stevanović in Belgrad.

(Mit 3 Textfiguren.)

1. Künstlicher Domeykit Cu_3As .

In meiner Arbeit: »Über einige Kupfererze usw.« schrieb ich bei der Beschreibung des künstlichen Domeykits: »Die Messungen erwiesen eine anscheinend vollständige hexagonale Symmetrie. . . . Darstellung von Ätzfiguren ist nicht gelungen, aber es wurde doch ein Merkmal beobachtet, welches für die rhombische Symmetrie spricht, nämlich die Krystalle spalten nur in einer Richtung«¹⁾. Deshalb nahm ich die Krystalle als dem rhombischen System zugehörig an und wies auf die Ähnlichkeit des Domeykits mit dem Kupferglanz, besonders aber mit dem Diskrasit hin.

Später untersuchte Domeykitkrystalle, welche auch von Herrn Professor König dargestellt sind, F. E. Wright²⁾ und fand »scharfe« hexagonale Ätzfiguren auf der Basis, und die Spaltbarkeit in drei Richtungen. Aus diesen Gründen erklärte er: »Durch Messungsergebnisse, sowie durch die angestellten Ätzversuche ist die hexagonale Natur des künstlichen Domeykits ziemlich sicher bewiesen«³⁾.

Da ich damals ziemlich viele Ätzversuche erfolglos angestellt hatte, und da die Figuren, welche Herr Wright auf Seite 554 gegeben hat, gar nicht scharf sind (in so kurzer Expositionszeit und bei starker »Blasenentwicklung« an metallischen Substanzen sind scharfe Figuren kaum zu erhalten), so stellte ich an dem gleichen Materiale von neuem Ätzversuche genau nach der Methode des Herrn Wright an, d. h. mit Salpetersäure

1) Diese Zeitschr. 1903, **37**, 236.

2) Ebenda 1904, **38**, 529 f.

3) Ebenda 245—246.

von spec. Gewicht 4,426 in Verdünnung 4 : 5, Expositionszeit 40—20 Sec.; Salzsäure von spec. Gewicht 4,1515, Verdünnung 1 : 1, Expositionszeit 7 Min., und außerdem noch viele andere mit stärkerer Verdünnung und längerer Expositionszeit. Der Erfolg war wie früher — kleine Grübchen, aber gar keine, geschweige denn »scharfe hexagonale Ätzfiguren«. Der Gesamteindruck ist zwar den Abbildungen des Herrn Wright ähnlich, an gewissen Stückchen wurden auch Ätzlinien beobachtet, aber wie er selbst bemerkte, sind drei Systeme dieser nicht gleichwertig; noch dazu sind sie nur an den Stücken, welche auf der Basis vicinale Flächen besitzen, zu beobachten, deswegen halte ich sie für Andeutungen der Zwillingsbildung (s. Groth, Physikal. Krystallographie 1895, S. 281). Stellen wir uns einen Durchkreuzungsdrilling vor, so haben wir ohne weiteres die Möglichkeit für eine Spaltbarkeit in drei Richtungen und dann ist leicht verständlich, warum »bei gewissen Krystallen sogar vollkommen hexagonal begrenzte Spaltstücke hergestellt werden könnten«¹⁾. Aus diesen Gründen hielt ich und halte ich Domeykit für rhombisch. Ein Vergleich mit dem Diskrasit, welcher nach der chemischen Zusammensetzung mit obigem isomorph sein sollte, spricht noch mehr für die Richtigkeit eines solchen Schlusses.

2. Antimonkupfer Cu_3Sb .

Bei einer Untersuchung der Gestübbe aus den Bleiöfen in Mechernich (s. A. Brand²⁾) zwei verschiedene Körper, welche beide kubisch krystallisieren. Der eine, von stahlblauer Farbe, metallischem Glanze, oktaëdrischer Form, fast immer verzwillingt, ist nach den Analysen Eisen und Blei haltiger Kupferglanz. Der andere besteht aus Oktaëdern, welche zu stengeligen Agregaten, oft auch federförmig verwachsen sind. Die Farbe ist »eisengrau«, häufig »gelb angelaufen«. Vier Analysen, welche Brand ausführte, gaben als Bestandteile: Kupfer, Blei, Nickel, Eisen, Kobalt, Antimon und etwas Schwefel, aber in keinem einfachen Verhältnisse. Aus der Discussion der analytischen Daten schloß Derselbe, daß hier eine isomorphe Mischung der Verbindungen: Cu_6Sb , PbSb , NiSb (nebst Co , Fe), Cu_2S und PbS vorliegt. Da eine solche Annahme kaum zutreffend ist, so unternahm ich auf Anregung des Herrn Professor v. Groth eine neue Untersuchung. Schon bei der ersten Besichtigung bemerkte ich, daß die »eisengraue« Farbe die nicht eigentliche Farbe der Verbindung ist; sie ist nur oberflächlich vorhanden, und die innere Masse besitzt eine kupferrötliche Farbe. Chemische Versuche, welche an verschiedenen Partien ausgeführt wurden, zeigten, daß die rötlichen Körner auch chemisch von der äußeren Rinde verschieden sind. Die Atomverhältnisse der positiven und negativen Elemente, welche nach den Brandschen Analysen durchschnittlich etwa 3,7 : 4 betragen,

1) Diese Zeitschr. 1904, 88, 551.

2) Ebenda 1890, 17, 264.

nähern sich immer mehr dem Verhältnis 3 : 4, je besser das Material ausgewählt ist. Deshalb wurden aus grob zerkleinerten Stücken nur die rötlichen Körner, welche ohne eisengrauen Überzug waren, ausgewählt. Eine Analyse solchen Materiales ergab:

Kupfer	48,24
Blei	44,35
Eisen	4,22
Nickel und Kobalt	4,44
Schwefel	4,97
Antimon	33,00
	99,93

Diese Analyse unterscheidet sich wenig von der dritten des Herrn Brand, nur daß sie etwas mehr Schwefel und Kupfer, deswegen aber weniger Antimon, Blei, Eisen, Nickel und Kobalt zeigt. Der Verlust in seiner Analyse scheint den Schwefel getroffen zu haben.

Atomverhältnisse:

Kupfer	758	} 980 = 2,92
Blei	$2 \times 69 = 138$	
Eisen	$2 \times 22 = 44$	
Nickel und Kobalt	$2 \times 20 = 40$	
Schwefel	64	} 336 = 4.
Antimon	275	

Aus diesem Verhältnis geht deutlich hervor, daß wir hier eine Verbindung von der Formel $\left(\text{Cu.} \frac{\text{Pb, Ni, Co, Fe}}{2} \right)_3 \text{Sb}$ mit etwas Cu_2S haben.

Aus Gesagtem folgt, daß die Verbindung $\text{Cu}_3(\text{As, Sb})$ dimorph ist: rhombisch und kubisch. Es ist sehr merkwürdig, daß auch Kupferglanz rhombisch und kubisch krystallisiert und daß einerseits die rhombischen Modificationen dieser chemisch nicht analogen Körper sehr ähnlich sind und andererseits, daß sich die kubischen Modificationen, wie es scheint, isomorph mischen. Verbindungen, in welchen Kupfer durch Nickel resp. Kobalt vertreten ist, sind schon bekannt. Professor A. König¹⁾ nannte Mohawkit einen Nickel und Kobalt haltigen Domeykit. Dieses Mineral stellte er auch künstlich dar. und Herr Wright²⁾ fand, daß er mit dem Domeykit isomorph ist. Die Anwesenheit des Bleies und Eisens ist nicht schwer zu erklären. Einen Domeykit, welcher etwas Antimon enthielt, nannte König Stibiodomeykit. Unsere Verbindung entspricht einem kubischen bleihaltigen Stibiodomeykit. Betreffs der äußeren Rinde sei erwähnt, daß sie an Metallen reicher ist, als der Kern. Es ist kaum anzunehmen, daß sie mit dem Kerne isomorph

1, Diese Zeitschr. 1901, 34, 67.

2, Ebenda 1904, 38, 553.

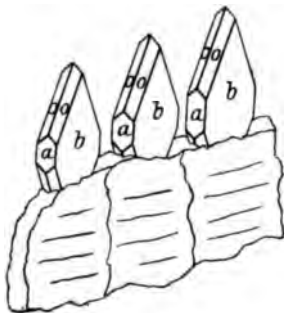
ist. Daraus, daß sie immer rauh, nie glatt ist, darf man schließen, daß wir es hier mit einer Pseudomorphose zu tun haben, indem der Kern von einer fremden Materie bloß incrustiert ist.

3. Antimonkupfer Cu_2Sb .

Beim Umschmelzen von Hartblei auf der Hütte von Sclaigieux in Belgien wurden auf der Oberfläche des Bleies dünne, sehr zerbrechliche Blättchen gebildet. Diese Blättchen haben metallischen Glanz und silberweiße Farbe, welche oft blassviolett angelaufen ist. Nach einer >docimastischen Prüfung< fand A. Firket¹⁾ für die chemische Zusammensetzung dieser Verbindung Cu_6Sb . Auf der Etikette der von ihm gesandten Exemplare steht noch, daß sie bleihaltig sind.

Zwischen den Blättchen, welche in allen Richtungen angeordnet sind, fand ich einige messbare Kryställchen, die nach der Messung dem rhombischen System angehören. Die Krystalle sind tafelförmig nach (010) ausgebildet und sehen quadratisch aus. Oft sind mehrere nach (100) verwachsen, was dem Aggregate ein federförmiges Aussehen gibt. Die Combination ist sehr einfach; $a\{100\}$, $b\{010\}$ und $o\{111\}$ sind die einzigen Formen (Fig. 4).

Fig. 4.



Einmal wurde noch eine gerundete Fläche in der Zone (010) : (111) beobachtet, deren Indices nahe (111) stehen. Für die angenommene Stellung fand ich das Axenverhältnis: $a : b : c = 0,9265 : 1 : 0,9404$, wenn man aber die größte Fläche als (001) nimmt, dann ist $a : b : c = 0,9827 : 1 : 1,0786$. Gemessen wurde:

$(111) : (\bar{1}\bar{1}\bar{1}) = *72^\circ$ nur einmal mit Reflex ($b-c$)

$(111) : (\bar{1}\bar{1}\bar{1}) = *66^\circ$ dreimal in den Grenzen $65^\circ 20' - 66^\circ 40'$.

Um eine Controlle zu haben, wurde der Winkel, welchen (101) : ($\bar{1}$ 01) bilden würde, mikroskopisch gemessen und zu $89^\circ 40'$ gefunden, was mit dem berechneten Wert $89^\circ 0'$ ziemlich stimmt. Wie man sieht, können die Messungen nur als approximative betrachtet werden.

Eine Analyse von bestausgewähltem Material gab:

Blei	39,98
Kupfer	49,72
Antimon	35,90
Arsen	4,25
Summe	99,85

1) Ann. d. l. soc. géol. de Belg. 1885, 12, 494; Ref. in dieser Zeitschz. 1888, 13, 420.

Atomverhältnis:

Kupfer		340	} 698
Blei	$2 \times 194 =$	388	
Antimon		299	} 355
Arsen		56	

also $(Pb, Cu) : (Sb, As) = 698 : 355 = 1,966 : 1$, was dem Verhältnis $2 : 1$ sehr nahe steht und folglich der Formel $\left(\frac{Pb}{2}, Cu\right)_2 (Sb, As)$ entspricht.

Professor König stellte eine Verbindung dar, welche metallischen Glanz, blaugraue Farbe, blättrige Spaltbarkeit und strahligen Aufbau besaß und sonst dem Kupferglanze sehr ähnlich war. Krystalle bekam er nicht, und für die chemische Zusammensetzung fand er Cu_2As^1). Ob diese Verbindung etwas mit oben beschriebener zu tun hat, bleibt dahingestellt. Eins könnte ich doch sagen, nämlich, daß ich zwischen obiger Verbindung und Kupferglanz gar keine Ähnlichkeit bemerkt habe.

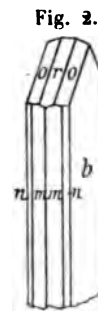
4. Zinnsulfür SnS .

In einem alten Schmelzofenherde der demolierten Trethellan-Zinnwerke, Truro, Cornwall, fand W. P. Headden verschiedene künstliche Mineralbildungen²⁾, dabei auch SnS . Sehr dünne, eisenschwarze, elastische oder biegsame Blättchen und Nadeln, zeigen fast immer eine monokline Ausbildung und wurden deshalb von Headden als solche genommen. Aber die Messungen sprechen mehr für das rhombische System, weil die Unterschiede in den Winkeln so gering sind, daß sie eher von Fehlern, welche bei so kleinen und für die Messungen nicht geeigneten Krystallen unvermeidlich sind, herrühren.

Axenverhältnis:

$$a : b : c = 0,3883 : 1 : 0,3566.$$

Combination: $m\{110\}$, $n\{120\}$, $o\{111\}$, $r\{104\}$ und $b\{040\}$ (Fig. 2).



	Beobachtet:	Berechnet:	Zahl der Beob.:	Grenzen:
$m : m = (110) : (1\bar{1}0) =$	$42^\circ 23'$	$42^\circ 26'$	3	$42^\circ 12' - 42^\circ 38'$
$n : n = (120) : (1\bar{2}0) =$	$75^\circ 40'$	—	5	$75^\circ 32' - 75^\circ 50'$
$o : o = (111) : (1\bar{1}1) =$	$29^\circ 0'$	$29^\circ 25'$	4	$28^\circ 50' - 29^\circ 26'$
$m : o = (110) : (111) =$	$45^\circ 26'$	—	3	$45^\circ 25' - 45^\circ 27'$

1) Diese Zeitschr. 1904, 34, 72.

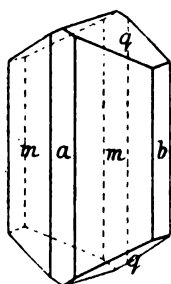
2) Amer. Journ. Scienc. 1898, 5, 93—96; Referat in dieser Zeitschr. 1900, 32, 589; auch in Colorado Scient. Soc. 6. Nov. 1897.

Außerdem sind die Winkel, welche die Kante $[m:m]$ mit der Kante $[o:o]$ macht, beiderseitig gleich groß und betragen durchschnittlich mikroskopisch gemessen $47^{\circ} 10'$ (berechnet $47^{\circ} 26'$).

Die Krystalle sind tafelförmig nach (010) und lassen sich nach dieser Fläche leicht in noch dünnere Blättchen teilen. Ich halte dies jedoch nicht für Spaltbarkeit, sondern für die Folge einer lamellaren Textur.

Chemische Zusammensetzung nach Headden SnS , wobei etwas Sn durch Fe ersetzt ist.

Fig. 3.



5. Eisenarsenür FeAs .

Gefunden mit dem Zinnsulfür. Die Krystalle sind dunkel stahlgrau, oft rötlich angelaufen. Sie sind sehr klein, aber ganz gut ausgebildet, und gehören dem rhombischen System an. Axenverhältnis:

$$a:b:c = 0,8993:1:0,5663.$$

Combination: $m\{110\}$, $a\{100\}$, $b\{010\}$ und $q\{011\}$ (Fig. 3).

	Beobachtet:	Berechnet:	Zahl der Kryst.:	Grenzen:
$a:m = (100):(110) =$	$*44^{\circ} 58'$	—	7	$41^{\circ} 35' - 42^{\circ} 48'$
$q:q = (011):(0\bar{1}1)$	$*59 \quad 3$	—	4	$58 \quad 55 - 59 \quad 9$
$m:q = (110):(011)$	$70 \quad 35$	$70^{\circ} 45'$	2	$70 \quad 20 - 70 \quad 50$

Die Flächen sind glatt, glänzend und reflectieren ganz gut. Parallele Verwachsungen, wobei die Flächen (010) in eine Ebene fallen, sind sehr häufig.

Die Ähnlichkeit mit dem Löllingit, auf welche Headden hinweist, ist nur eine scheinbare.

Chemische Zusammensetzung der Hauptsache nach FeAs , aber mit etwas Schwefel, Zinn, Kobalt und Spuren von Nickel und Kupfer. Spec. Gewicht 7,9444.

Headden fand noch eine Verbindung, welche denselben Habitus hat, wie SnS , welche aber als chemische Zusammensetzung $\text{FeAs} + \text{SnS}$ gab. Da ich beim FeAs auch Krystalle von SnS und umgekehrt fand, so halte ich die obige Substanz nicht für eine chemische Verbindung, sondern bloß für ein mechanisches Gemenge von FeAs und SnS .

6. Arsenzinn As_6Sn (Headden).

Die Krystalle sind dünne, sechsseitige, biegsame Täfelchen von zinnweißer Farbe, manchmal bronzegelb angelaufen, welche mit SnS und FeAs gefunden wurden. Da die großen Flächen immer gekrümmt und die kleinen treppenförmig ausgebildet sind, so sind die Messungen unsicher.

Man konnte es sogar nicht entscheiden, ob die Krystalle kubisch oder trigonal sind. Der Habitus ist ausgesprochen trigonal, aber die Winkel stehen jenen des kubischen Systemes sehr nahe. Ich bin geneigt sie als trigonal zu betrachten, und dann ist das Axenverhältnis:

$$a:c = 1:1,2298, \quad \alpha = 89^{\circ} 34'.$$

Combination: $r\{100\}$ und $c\{111\}$.

	Beobachtet:	Berechnet:
$c:r =$	$54^{\circ} 51' \pm 30$	— (viermal)
$r:r =$	$90 \quad 2\frac{1}{2} \pm 2\frac{1}{2}$	$90^{\circ} 10'$ (zweimal).

Allerdings übt Arsen hier einen großen Einfluß, deshalb ist die Ähnlichkeit dieser Krystalle mit jenen des metallischen Arsens ganz verständlich.

Eisenstannide.

Bei der Untersuchung des nach der Cyankaliummethode gewonnenen Zinnes bemerkte W. P. Headden¹⁾, daß bei der Oxydation desselben durch Salpetersäure und Wegschaffung der Metazinnsäure durch Natronlauge doch etwas Unlösliches zurückbleibt. Um diesen Rückstand zu prüfen, stellte er selbst Schmelzversuche mit Cyankalium an und bekam etwas unlösliches Material, manchmal auch kleine Kryställchen darin. Allein so erhielt er doch nicht genug Material zu einer eingehenden Untersuchung. Deshalb unternahm er es, die alte Zinnschlacke und Zinn in verschiedenen Proportionen mit Borsäure zu schmelzen. Der erhaltene Regulus wurde mit Salpetersäure und Natronlauge behandelt, das Unlösliche nötigenfalls durch Sieben fractioniert und weiter in magnetische und nicht magnetische Portionen geteilt. Auf diese Weise glaubt der Autor, folgende zehn Verbindungen erhalten zu haben: Fe_9Sn , Fe_4Sn , Fe_3Sn , $FeSn$, Fe_5Sn_6 , Fe_4Sn_5 , Fe_3Sn_4 , Fe_2Sn_3 , Fe_3Sn_5 und $FeSn_2$, von welchen Fe_4Sn , Fe_3Sn , $FeSn$ und $FeSn_2$ schon früher bekannt waren.

Einige von diesen Verbindungen übersandte derselbe an Herrn Professor P. v. Groth, welcher die Güte hatte, mir das ganze Material zum krystallographischen Studium zu übersenden.

Nach den Originaletiketten sind in 14 Gläschen folgende Verbindungen vertreten: $FeSn$, Fe_5Sn_6 , Fe_4Sn_5 , Fe_3Sn_4 , Fe_2Sn_3 und $FeSn_2$.

1. **FeSn.** Diese Verbindung wurde zuerst von Deville und Caron²⁾ als kleine tafelförmige, in Salzsäure nicht lösliche Kryställchen entdeckt. Mit dieser stimmen aber nicht die, welche Headden erhielt, überein, weil sie in Salzsäure löslich sind und körnige oder dendritische, immer magne-

1) Formation of alloys of tin and iron. Read before the Colorado scientific society, in Denver (Sep.-Abz. ohne Jahreszahl).

2) loc. cit. 35.

tische Aggregate darstellten. Diese Unterschiede sucht Headden durch verschiedene Entstehungsumstände zu erklären (S. 4, 9, 11 und 29; Analyse II, XII, XVI und XXXVI). Das Original sollte in Gläschen 11 sein (wo ich aber sehr wenig nicht homogenes Material fand).

2. Fe_2Sn_6 . Aus drei Versuchen wurden einmal sechsseitige und rhombische, schwach magnetische Kryställchen (S. 9; Analyse XIII) erhalten. Autor selbst bemerkte, daß das Material nicht homogen war. Ein anderes Mal war diese Substanz wieder aus sechsseitigen Prismen und Körnern zusammengesetzt (S. 13; Anal. XX), und zuletzt war sie durch sehr magnetische, kristallographisch nicht ausgebildete Formen vertreten (S. 33; Anal. XXXVIII). Vielleicht die letzten sind in Gläschen 12 (wo ich skelettartige und dendritische, kristallographisch unbestimmbare Aggregate sah) enthalten.

3. Fe_4Sn_5 . Zusammengesetzt aus sechsseitigen nicht magnetischen Kryställchen (S. 5, 6, 24; Anal. IV, V, VI, VII, XXXI), enthalten in Gläschen 5, 6, 7; oder aus sehr magnetischen dendritischen Aggregaten (S. 15, 16; Anal. XXII, XXIII, XXIV), Gläschen 8.

4. Fe_3Sn_4 . Auch diese Verbindung kristallisiert in sechsseitigen, nicht magnetischen Prismen (S. 17, 18, 20; Anal. XXV, XXVI, XXVII). Das Material, wie Autor selbst bemerkte, war nicht einheitlich; Gläschen 9. Oder es war körnig und in unregelmäßigen Fragmenten (S. 6, 11, 12, 13, 18, 20, 33; Anal. VIII, XVII, XIX, XXVI, XXVIII, XXIX, XXXIX).

5. Fe_2Sn_3 . Eine solche chemische Zusammensetzung hatte eine Mischung von »hexagonalen«, »tetraëdrischen« und »sphenoidischen« Formen, welche nicht magnetisch waren (S. 3; Anal. I), wie auch eine Composition aus sechsseitigen Kryställchen und körnigen Aggregaten (S. 7, 10; Anal. IX, X, XV). Dieselbe chemische Zusammensetzung hatten die unregelmäßigen Fragmente und Nadeln (S. 12, 34; Anal. XVIII, XL), welche wahrscheinlich in Gläschen 10 vereinigt sind.

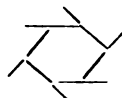
6. FeSn_2 . »Orthorhombische«, nicht magnetische, sehr glänzende Kryställchen (S. 27; Anal. XXXIII, XXXIV, XXXV); Gläschen 1, 2, 4.

Das ist ein Resumé dessen, was uns Verf. über diesen Körper berichtet.

Es sei gleich bemerkt, daß das Material zu kristallographischem Studium sehr wenig geeignet war. Die Krystalle, falls solche vorhanden sind, sind winzig klein und schlecht ausgebildet. Endflächen haben sie nie; durchsichtig sind sie nicht; sehr oft angelaufen, so daß es fast unmöglich ist, die Homogenität dieser Verbindungen zu prüfen. Nach einer sorgfältigen Durchsichtung und Krystallmessung, wo es möglich war, konnte ich das ganze Material in vier Kategorien teilen, nämlich:

I. Die sechsseitigen Prismen. Diese sehr oft erwähnten Prismen sind

ihrem Aussehen nach sehr verschieden. Manchmal sind sie messinggelb, ein anderes Mal blau, grau oder braun angelaufen. Ihre Flächen sind glatt und glänzend oder gestreift matt und rauh. Sehr oft sind sie ganz ausgehöhlt und sehen, wenn das Prisma länger ist, wie eine Röhre, sonst wie ein Ring aus. Interessant ist, daß manche solcher Prismen gerade wie Rädelerz infolge einer starken Längsstreifung



von oben gesehen wie verzahnt und dann einem Rade sehr ähnlich sehen. Der innere leere Raum ist oft scharf definiert und entspricht nach Headden einem orthorhombischen Prisma mit Pinakoid. Er sah auch Prismen, welche doppelte Wände hatten ¹⁾.

Da aber alle diese Prismen: hohle und massive, glänzende und rauhe, immer nebeneinander vorhanden sind, und da die Messungen für alle dieselbe Combination: Prisma und Basis, mit Prismenwinkel von 60° gaben, so halte ich sie für physikalisch und chemisch identische Körper. Ob sie aber wirklich hexagonale, oder was leicht möglich ist, »orthorhombische« »imitative« Formen, wofür sie Headden ²⁾ hielt, sind, bleibt dahingestellt. Headden fand tatsächlich, mit Ausnahme dendritischer Aggregate, nur eine bestimmte Form ³⁾, aber verschiedene chemische Formeln (Fe_2Sn_3 , Fe_3Sn_4 , Fe_4Sn_5 und Fe_5Sn_6), und besonders der Unterschied in magnetischen Eigenschaften führte ihn zu einem falschen Schlusse, nämlich: daß diese Formen Imitationen jener von $FeSn_2$ sind. Wenn sie wirklich rhombisch sind, dann imitieren ihre Zwillinge ganz gut hexagonale Formen; aber solche sind nicht die von $FeSn_2$. Auch scheint mir seine Behauptung, daß sie »für keine chemische Verbindung charakteristisch sind« — »this form is not characteristic of a definite chemical compound« ⁴⁾ und »... it is certain that the rough, six-sided imitative forms are not characteristic of any one of these compounds« ³⁾ nicht richtig. Aus der Verschiedenheit der chemischen Zusammensetzung könnten wir ebenso richtig auf die Unreinheit und Heterogenität des analysierten Materials schließen. Der Unterschied in den magnetischen Eigenschaften beweist weder die Verschiedenheit noch die Homogenität dieser Körper. Ich constatiere zuerst, daß die bestkrystallisierten Verbindungen, abgesehen von den chemischen Formeln, nicht magnetisch sind. Angenommen, das Eisen sei der Träger der magnetischen Eigenschaften, so müßten die Körper, welche chemische Verbindungen sind, nicht magnetisch, dagegen Legierungen und Gemenge, in denen Eisen chemisch frei ist, magnetisch sein. Ein weiterer

¹⁾ loc. cit. 22.

²⁾ S. 9 und 30.

³⁾ S. 86.

⁴⁾ S. 23.

Beweis dafür liegt in der Tatsache, daß $FeSn_2$, welches nicht magnetisch ist, es im geschmolzenen Zustande wird¹⁾. Es ist also sehr möglich, daß bei so hoher Temperatur eine Decomposition stattgefunden hat und es deshalb magnetisch wird. Eine solche Vermutung hat auch Headden: »... but I am doubtful whether the alloy $FeSn_2$ can be heated by itself to such a temperature as may be required to fuse it, for any length of time without its undergoing some decomposition«²⁾ ausgesprochen. Sollte meine Annahme richtig sein, so könnten wir durch magnetische Eigenschaften chemische Verbindungen von Gemengen aber nicht von einander trennen.

Kurz gefaßt: meiner Ansicht nach sind alle Verbindungen zwischen Eisen und Zinn, welche in sechseitigen Prismen krystallisieren, d. h. Fe_2Sn_3 , Fe_3Sn_4 , Fe_4Sn_5 und Fe_5Sn_6 eine und dieselbe Substanz, und es bleibt noch zu entscheiden, was für eine chemische Formel sie besitzt. Wenn wir alle Daten über die Analysen zusammenstellen, so bekommen wir als wahrscheinlichste Formel Fe_4Sn_5 . Material für Fe_2Sn_3 wurde fünfmal analysiert, in zwei Fällen waren es Krystalle, aber auch dann, wie Autor selbst bemerkte, nicht einheitlich (S. 3, 7; Anal. I, IX, X). Fe_3Sn_4 wurde elfmal aus magnetischem und nicht magnetischem Material dargestellt; dreimal wurden die Krystalle analysiert, (S. 17, 18, 20; Anal. XXV, XXVI, XXX), aber die Analysen XXV und XXX könnten auch die Formel Fe_4Sn_5 geben, wenn wir etwas $FeSn_2$ darin annehmen, und in der Tat fand ich die Kryställchen von diesem beigemischt in Gläschen 9. Die Formel Fe_5Sn_6 wurde aus drei verschiedenen Proben, zweimal von Krystallen, erhalten. Die Krystalle bestanden aus verschiedenen Verbindungen (S. 9, 13; Anal. XIII, XX). Die Formel Fe_4Sn_5 ist wahrscheinlich die einzige, welche auf den Analysen von reinem und homogenem Material beruht (S. 5, 6, 24; Anal. IV, V, VI, VII, XXXI). Das untersuchte Material befindet sich in Gläschen 5, 6, 7 und 9, dazu gehört auch der Inhalt von 3a, auf dessen Etikette » $FeSn_2$, nicht analysiert« steht.

II. Die kleinen, oft ziemlich langen, aber sehr dünnen Kryställchen von zinnweißer Farbe, welche Autor als wahrscheinlich rhombisch (probably orthorhombic) betrachtet. Er sah die Combination {110}, {010} und {001}, einmal auch {101}. Wenn die Formen {100}, {010} und {001} die einzigen sind, so sieht der Krystall ganz tetragonal aus; ein Forscher fand, daß sie tatsächlich tetragonal sind (»but another observer has noted an alloys krystallizing in eight sided prisms, which he refers to the tetragonal system«³⁾). Da die Krystalle ziemlich lang und sehr dünn sind, sind sie oft gekrümmt, was die Messungen beträchtlich erschwert. Bei allen

1) Nöllner, l. c. 24.

2) S. 24.

3) loc. cit. S. 26, 27.

gemessenen Krystallen fand ich die Combination $\{100\}$, $\{110\}$, $\{010\}$ und natürliche oder abgebrochene $\{001\}$. Die Winkel welche $(110):(100)$ resp. $(110):(010)$ einschließen, stehen 45° sehr nahe, und zwar desto mehr, je besser die Reflexe sind. Deshalb ist es sehr wahrscheinlich, daß diese Verbindung tetragonal krystallisiert. Das Material (Gläschen 1, 2, 4) ist tadellos rein und einheitlich, deswegen die Formel $FeSn_2$ unzweifelhaft richtig (S. 27; Anal. XXXIII). Damit stimmen vorzüglich auch die Analysen, welche F. A. Genth¹⁾ seinerzeit ausführte.

Aus der Beschreibung für Fe_3Sn_3 auf S. 14 (Anal. XXI) geht ganz deutlich hervor, daß die Verbindung mit $FeSn_2$ identisch, nur nicht ganz rein war.

Das Material in Gläschen 11, welches $FeSn$ sein sollte, ist ein Gemenge von $FeSn_2$, Fe_4Sn_3 u. a., weshalb diese Verbindung zweifelhaft bleibt.

Mischung von $FeSn_2$ und Fe_4Sn_3 mit unbestimmbaren Körnern ist auch das Material in Gläschen 3b (ohne Formel) und in 10 (als Fe_2Sn_3 angegeben).

III. In einem Gläschen fand ich kleine, ganz gute Kryställchen, welche ausgesprochen trigonal sind. Außer Prisma und Basis sind keine anderen Formen zu beobachten. Das sind vielleicht die selten vorhandenen accessori-schen Formen, welche Autor auf S. 3 als tetraëdrische oder sphenoidische (perfect tetraedron or sphenoid) oder auf S. 30 als Formen, deren Flächen gleichseitige Dreiecke sind (equilateral triangle), erwähnt, und über welche er nur so viel angibt, daß sie nicht mit den schon beschriebenen identisch sind.

IV. Hierher stelle ich die krystallographisch nicht bestimmbaren, von lauter dendritischen und skelettartigen Aggregaten zusammengesetzten Körper. Obwohl die einen mit der Formel Fe_1Sn_3 (Gläschen 8) und andere mit Fe_2Sn_6 (Gläschen 12) bezeichnet sind, so sind sie doch unzweifelhaft identisch. Da sie aber den Krystalskeletten, welche manchmal neben Prismen bei Fe_4Sn_3 beobachtet sind, sehr ähnlich sind, und da eine Probe die nämliche Formel besitzt, so ist sehr wahrscheinlich, daß es dendritische Formen von Fe_4Sn_3 sind.

Sämtliche, in diesem Aufsätze befindlichen Substanzen befinden sich in der mineralogischen Sammlung in München, von wo sie mir zur Untersuchung anvertraut wurden.

1) l. c. S. 27.

XV. Einige Folgerungen aus dem Syngonie-ellipsoidgesetze.

Von

E. von Fedorow in Petrowskoje-Razumowskoje bei Moskau.

(Mit 2 Textfiguren.)

Seit dem Erscheinen des »Beitrages zur Syngonielehre«¹⁾ wurde durch die Arbeit »Syngonieellipsoidgesetz«²⁾ ein sehr wesentlicher weiterer Beitrag zu derselben Lehre geleistet, welcher in hohem Grade die schon früher gefaßten Begriffe dieser Lehre verallgemeinert, und zu einer unbestimmten Reihe von Folgerungen Veranlassung gibt. Einige davon bilden den Inhalt dieser Abhandlung, und zwar gehören hierzu manche derjenigen, welche auf isotrope Complexe Bezug haben.

Dieses Gesetz sagt uns aus, daß auch geometrische Eigenschaften der krystallographischen Complexe in einem gewissen, für jeden Krystall besonderen Ellipsoide ihren Ausdruck finden. Speciell für isotrope Complexe wird das Ellipsoid durch die Sphäre vertreten, also mit unzähligen Symmetrieelementen, welche speciell als complexiale bezeichnet wurden, begabt.

Falls ein Complex in seinen geometrischen Eigenschaften durch die Sphäre ausgedrückt werden kann, so heißt das, daß 1) seine sämtlichen Flächen Symmetrieebenen desselben sind, und 2) seine sämtlichen Kanten resp. Zonenaxen Symmetrieaxen von unendlicher Zähligkeit sind.

Was die erste Folgerung anbelangt, so ist der Sinn derselben von vornherein klar und bestimmt.

Was aber die zweite anbelangt, so erfordert dieselbe eine Erläuterung.

Die unendliche Zähligkeit der Axen bedeutet noch nicht, daß sie zugleich complexiale Symmetrieaxen sind von beliebiger endlicher Zähligkeit.

Sie sind sämtlich gewiß zweizählige Axen. Dies folgt daraus, daß in jeder derselben unendlich viele Flächenpaare einander senkrecht schneiden.

1) Diese Zeitschr. 28, 36 ff.

2) Ebenda 36, 555 ff.

Derselbe Schluß läßt sich auch daraus ziehen, daß jede Complexfläche zugleich complexiale Symmetrieebene ist und zugleich der Complex das Inversionscentrum besitzt. Nun ist die Resultierende von Symmetrieebene und Inversionscentrum eine zur Ebene senkrechte zweizählige Symmetrieaxe.

Was aber andere complexiale Symmetrieaxen von endlicher Zähligkeit anbetrifft, so sind dieselben nur ausnahmsweise vertreten.

Eine Zonenaxe ist nur dann eine complexiale Symmetrieaxe, wenn in derselben irgend welche zwei Flächen einander unter dem Winkel $\frac{2\pi}{n}$ schneiden, wo n eine ganze Zahl ist. Wenn für sämtliche Axen überhaupt $n = 2$ angenommen werden kann, so kann n nur die Werte 3, 4 und 6 annehmen, wenn von ∞ abgesehen wird, da sonstige Winkel $\frac{2\pi}{n}$ irrational, d. h. deren Quadrate der Tangenten irrationale Zahlen sind¹⁾.

Wenn also sämtliche Complexaxen überhaupt zweizählige complexiale Symmetrieaxen sind, so gibt es sonst lediglich vier- und sechszählige complexiale Symmetrieaxen, und diesen besonderen Axen kommen die Parameter 4 resp. 3 zu, genauer zu sagen: $4n^2$ resp. $3n^2$, wo n eine beliebige ganze Zahl ist. Da aber in complexialer Hinsicht den Factoren, welche Quadrate ganzer Zahlen sind, keine besondere Rolle zukommt, so werden wir, der Kürze wegen, die Parameter ohne diesen Factor schreiben.

Die erwähnten besonderen Axen sind die Axen der tetragonal- resp. hexagonal-isotropen Zonen. Selbst von diesen beiden zeichnet sich besonders die erste aus, für welche nicht nur die Quadrate der Tangenten, sondern auch die Tangenten selbst rationale Zahlen sind.

In diesen wenigen Worten sind unendlich viele Folgerungen enthalten.

Wenn wir z. B. den Complex in einer beliebigen seiner Flächen spiegeln lassen, oder um eine beliebige Zonenaxe um 180° umklappen, so kommt derselbe in allen seinen Teilen mit sich selbst zur Deckung. Da aber bei symmetrischen Operationen diejenigen Gebilde, welche zur Deckung gelangen, symmetrisch gleiche sind, so ist in jedem Complex eine unendlich große Anzahl symmetrisch- (resp. deckbar-) gleicher Flächen und Axen enthalten, und diese Gleichheit kommt durch gleiche Parameter zum Ausdruck.

Somit zerfällt der Gesamtcomplex in eine unendliche Anzahl von Teilcomplexen; und jeder der letzteren, für sich besonders betrachtet, bildet eine abgesonderte, unendliche Gruppe im Sinne von Hrn. C. Jordan und der neuesten Mathematiker.

¹⁾ Vom Standpunkte der reinen Zahlenreihe stellt ∞ keine bestimmten, sondern unendlich viele verschiedene Zahlen dar, darunter auch einfache. Und gerade in den krystallographischen Complexen sind nur einfache Zahlen vertreten, welche mit 2 multipliciert sind, mit Ausnahme von denjenigen, welche noch durch 4 und 6 teilbar sind.

Somit kommt im Teil- wie im Gesamtcomplexe jeder Fläche und Axe genau die gleiche Rolle zu wie allen übrigen Flächen und Axen derselben Teilcomplexe. Bei allen Betrachtungen über die complexialen Eigenschaften ist es also ganz gleichgültig, welche Fläche oder Axe aus dem Teilcomplexe zum Studium herausgenommen wird.

Der letzte Schluß ist von ganz besonderer Bedeutung bei der Erforschung der Frage über Commensurabilität resp. Incommensurabilität zweier gegebenen Complexe.

Vom Standpunkte der Syngonielehre sind die commensurablen Complexe gleiche, welche mit einander zur Deckung gebracht werden können.

Der Begriff der Commensurabilität ist von Bedeutung nur dann, wenn von natürlichen Krystallen die Rede ist.

Vom Standpunkte der reinen Syngonielehre sind z. B. die Flächen (100), (010), (001), ferner $(\bar{1}22)$, $(2\bar{1}2)$, $(22\bar{1})$, . . . sämtlich gleiche, da auch den letzteren, wie den ersteren der Parameter 4 zukommt. Natürlich aber kommt denselben Flächenreihen ganz verschiedene Bedeutung in natürlichen Krystallen zu. Die ersten sind die häufigsten und die wichtigsten, während die letzten nur sehr selten auftreten.

Wenn wir also einen Krystall um die Axe [111] um 180° drehen und dabei (100) mit $(\bar{1}22)$, (010) mit $(2\bar{1}2)$, (001) mit $(22\bar{1})$ zur Deckung kommt, so kommt zugleich der Gesamtcomplex zur Deckung mit seiner früheren Lage, nicht aber der Krystall selbst, welcher jetzt die Zwillingslage erhält.

Dieser Fall, welcher sich gerade auf die fast allein in der Natur vertretenen Zwillinge bezieht, in welchen die Flächen (100), . . . durch Flächen mit anderen Indices ersetzt werden, kann in gewissem Sinne als der einfachste sui generis betrachtet werden.

Der Parameter von (100) ist 4 und der Parameter von $(\bar{1}22)$. . . ist $9 = 3^2$; und nun ist dieser Parameter der kleinste unter allen, welche dem Teilcomplexe zukommen, denn der Parameter $4 = 2^2$ fehlt.

Die grundlegende Bedeutung dieser letzten Sätze wird weiterhin besprochen.

Aber außer diesen Sätzen folgern wir aus dem erwähnten Grundsatz noch unendlich viele weitere Relationen.

Wenn wir eine beliebige Axe $[r_1 r_2 r_3]$ als Umklappungsaxe annehmen, so erhalten wir für jede beliebige Complexfläche $(p_1 p_2 p_3)$ mit dem Parameter P eine andere Lage; sie kommt jetzt zur Deckung mit einer anderen Complexfläche, deren Indices $(q_1 q_2 q_3)$ zwar von ersteren verschieden sind, deren Parameter aber der gleiche bleibt, d. h. die Zahl P .

Wenn wir eine beliebige Axe des tetragonal-isotropen Teilcomplexes $[r_1 r_2 r_3]$ als eine Drehaxe um 90° resp. 270° annehmen, so erhalten wir für jede beliebige Complexfläche $(p_1 p_2 p_3)$ mit dem Parameter P wieder

zwei andere Lagen: sie kommt jetzt mit anderen Complexflächen zur Deckung, deren Indices $(q_1 q_2 q_3)$ resp. $q_1' q_2' q_3'$ zwar von ersteren verschieden sind, aber dieselbe Parametergröße P behalten.

Wenn wir eine beliebige Axe des hexagonal-isotropen Teilcomplexes $[r_1 r_2 r_3]$ als eine Drehaxe um 60° , 120° , 240° , 300° annehmen, so erhalten wir für jede beliebige Complexfläche $p_1 p_2 p_3$ mit dem Parameter P vier verschiedene Lagen, denen vier verschiedene Indices zukommen, doch bleibt für diese sämtlichen neuen Flächen dieselbe Parametergröße P .

Man ersieht aus diesen Sätzen, wie unzählig die Relationen sind, welche dadurch zum Vorschein kommen.

Nun erlaube ich mir diese Sätze an einigen Beispielen zu demonstrieren.

1. Die Bisectricen von $\begin{Bmatrix} 100 \\ 010 \end{Bmatrix}$ sind $\{110\}$ und $\{1\bar{1}0\}$, und diese bilden mit den beiden den Winkel $45^\circ 0' 0''$.

2. Die Bisectricen von $\begin{Bmatrix} 111 \\ 1\bar{1}\bar{1} \end{Bmatrix}$ sind $\{010\}$ und $\{101\}$, und diese bilden mit den beiden die Winkel $54^\circ 44' 8''$ resp. $35^\circ 15' 52''$.

3. Die Bisectricen von $\begin{Bmatrix} 110 \\ 1\bar{1}0 \end{Bmatrix}$ sind $\{100\}$ und $\{010\}$, und diese bilden mit den beiden die Winkel $45^\circ 0' 0''$.

4. Die Bisectricen von $\begin{Bmatrix} 100 \\ 1\bar{1}2\bar{2} \end{Bmatrix}$ sind $\{111\}$ und $\{211\}$. Die betreffenden Winkel sind $54^\circ 44' 8''$ und $35^\circ 15' 52''$.

5. Die Bisectricen von $\begin{Bmatrix} 001 \\ 122 \end{Bmatrix}$ sind $\{125\}$ und $\{1\bar{2}1\}$. Die betreffenden Winkel sind $24^\circ 5' 41''$ und $65^\circ 54' 19''$.

6. Die Bisectricen von $\begin{Bmatrix} 100 \\ 130 \end{Bmatrix}$ sind $\{310\}$ und $\{130\}$. Die betreffenden Winkel sind $18^\circ 26' 6''$ und $61^\circ 33' 54''$.

7. Die Bisectricen von $\begin{Bmatrix} 100 \\ 15.8.0 \end{Bmatrix}$ sind $\{410\}$ und $\{1\bar{4}0\}$. Die betreffenden Winkel sind $44^\circ 2' 10''$ und $75^\circ 57' 50''$.

8. Die Bisectricen von $\begin{Bmatrix} 100 \\ 12.5.0 \end{Bmatrix}$ sind $\{510\}$ und $\{150\}$. Die betreffenden Winkel sind $11^\circ 48' 38''$ und $78^\circ 41' 22''$.

9. Die Bisectricen von $\begin{Bmatrix} 100 \\ 35.42.0 \end{Bmatrix}$ sind $\{610\}$ und $\{160\}$. Die betreffenden Winkel sind $9^\circ 27' 44,4''$ und $80^\circ 32' 15,6''$.

4) Solche Paranthesen sind zur Anwendung gebracht, um zu zeigen, daß die Sätze gültig sind für die Axen, wie für die Flächen.

Die letzte Reihe der Beispiele bezieht sich auf Bisectricen der Axen (resp. Complexflächen) der tetragonal-isotropen Zonen.

Da fast die sämtlichen angegebenen Winkel irrationale sind, so sind natürlich deren zahlenmäßige Ausdrücke nur angenäherte. Die Gleichheit der Winkel ist aber eine streng mathematische, und dies läßt sich durch rationale Zahlen der Quadrate der Tangenten mit voller Strenge ausdrücken.

Diese Quadrate sind in dem Beispiel 1: 1 und 1; in dem Beispiel 2: 2 und $\frac{1}{2}$; in dem Beispiel 3: 1 und 1; in dem Beispiel 4: 2 und $\frac{1}{2}$; in dem Beispiel 5: $\frac{1}{3}$ und 5; in dem Beispiel 6: $\frac{4}{3^2}$ und 3^2 ; in dem Beispiel 7: $\frac{4}{4^2}$ und 4^2 ; in dem Beispiel 8: $\frac{4}{5^2}$ und 5^2 ; in dem Beispiel 9: $\frac{1}{6}$ und 6; in dem Beispiel 10: $\frac{4}{6^2}$ und 6^2 .

Wir können alle diese Sätze auch auf analytischem Wege beweisen. Natürlich ist der allgemeinste Beweis dieser Art zu compliciert. Begnügen wir uns mit dem Beweise desjenigen Satzes, nach welchem sämtliche Zonenaxen zweizählige Symmetrieaxen des Complexes sind.

Es seien $[r_1 r_2 r_3]$ die Indices einer beliebigen Axe, welche als Zwillingsaxe des Complexes aufgefaßt wird. Wollen wir zuerst die Indices derjenigen Fläche bestimmen, welche in bezug auf diese Axe der Fläche (100) gleich ist. Natürlich können wir auch (100) durch die dazu senkrechte Axe [400] ersetzen.

Dann erhalten wir für die Zone dieser beiden Axen die Indices $\begin{bmatrix} r_1 r_2 r_3 \\ 400 \end{bmatrix} = [0 r_3 \bar{r}_2]$. Die zu $[r_1 r_2 r_3]$ derselben Zone zugehörige Axe besitzt die Indices $\begin{bmatrix} 0 r_3 \bar{r}_2 \\ r_1 r_2 r_3 \end{bmatrix} = r_2^2 + r_3^2; -r_1 r_2; -r_1 r_3$. Nun müssen die Factoren x und y bestimmt werden, welche der Gleichung

$$x r_1 + y(r_2^2 + r_3^2) : x r_2 - y r_1 r_2 : x r_3 - y r_1 r_3 = 1 : 0 : 0$$

Genüge leisten. Daraus folgt $x : y = r_1 : 1$.

Also $[r_1 : 1]$ sind Zonenindices der Axe [400]. In Zwillingsstellung erhält dieselbe Axe die Zonenindices $[\bar{r}_1 : 1]$. Somit erhält die Axe [400] in Zwillingsstellung die Indices:

$$-r_1^2 + r_2^2 + r_3^2 : -r_1 r_2 - r_1 r_3 : -r_1 r_3 - r_1 r_2 \quad \text{resp.} \\ r_1^2 - r_2^2 - r_3^2 : 2r_1 r_2 : 2r_1 r_3. \quad (A)$$

Der Parameter dieser Axe wird:

$$(r_1^2 - r_2^2 - r_3^2)^2 + 4r_1^2 r_2^2 + 4r_1^2 r_3^2 = (r_1^2 + r_2^2 + r_3^2)^2.$$

Die Axe ist also eine tetragonal-isotrope und der ihr zukommende Parameter ist gleich dem Quadrat des Parameters der Zwillingsaxe.

Nehmen wir z. B. [111] als Zwillingsaxe, so erhält [400] in Zwillings-

stellung die Indices $[\bar{1}22]$ und ihr Parameter die Größe 3^2 resp. 4, wie der der Axe $[400]$ selbst.

Nun ersetzen wir in dieser Betrachtung die Axe $[400]$ durch eine beliebige $[p_1 p_2 p_3]$.

Bezeichnen wir der Kürze wegen die Teildeterminanten $\begin{vmatrix} p_2 & p_3 \\ r_2 & r_3 \end{vmatrix}$, $\begin{vmatrix} p_3 & p_1 \\ r_3 & r_1 \end{vmatrix}$, $\begin{vmatrix} p_1 & p_2 \\ r_1 & r_2 \end{vmatrix}$ in der Determinante $\begin{vmatrix} p_1 & p_2 & p_3 \\ r_1 & r_2 & r_3 \end{vmatrix}$ resp. durch ϱ_1 , ϱ_2 , ϱ_3 .

Nun erhalten wir als Indices der Zone beider Axen gerade die Zahlen $[\varrho_1 \varrho_2 \varrho_3]$; für die zu $[r_1 r_2 r_3]$ senkrechte Axe derselben Zone die Indices $\begin{vmatrix} \varrho_2 & \varrho_3 \\ r_2 & r_3 \end{vmatrix} : \begin{vmatrix} \varrho_3 & \varrho_1 \\ r_3 & r_1 \end{vmatrix} : \begin{vmatrix} \varrho_1 & \varrho_2 \\ r_1 & r_2 \end{vmatrix}$.

Dann stellen wir wieder die Gleichung für die Bestimmung der Factoren x und y , d. h. die Zonenindices der Axe $[p_1 p_2 p_3]$ auf:

$$x r_1 + y \begin{vmatrix} \varrho_2 & \varrho_3 \\ r_2 & r_3 \end{vmatrix} : x r_2 + y \begin{vmatrix} \varrho_3 & \varrho_1 \\ r_3 & r_1 \end{vmatrix} : x r_3 + y \begin{vmatrix} \varrho_1 & \varrho_2 \\ r_1 & r_2 \end{vmatrix} = p_1 : p_2 : p_3.$$

Daraus erhält man:

$$\frac{x}{y} = \frac{r_1(\varrho_2 + \varrho_3) - \varrho_1(r_2 + r_3)}{\varrho_1} = \frac{r_2(\varrho_3 + \varrho_1) - \varrho_2(r_3 + r_1)}{\varrho_2} = \frac{r_3(\varrho_1 + \varrho_2) - \varrho_3(r_1 + r_2)}{\varrho_3},$$

also für die Zwillingstellung der Axe $[p_1 p_2 p_3]$ die Indices:

$$\begin{aligned} & r_1 \{ r_1 (\varrho_2 + \varrho_3) - \varrho_1 (r_2 + r_3) \} - \varrho_1 (r_3 \varrho_2 - r_2 \varrho_3) : \\ & r_2 \{ r_2 (\varrho_3 + \varrho_1) - \varrho_2 (r_3 + r_1) \} - \varrho_2 (r_1 \varrho_3 - r_3 \varrho_1) : \\ & r_3 \{ r_3 (\varrho_1 + \varrho_2) - \varrho_3 (r_1 + r_2) \} - \varrho_3 (r_2 \varrho_1 - r_1 \varrho_2). \end{aligned}$$

Als Parameter für dieselbe Axe erhält man den Ausdruck:

$$(p_1^2 + p_2^2 + p_3^2) (r_1^2 + r_2^2 + r_3^2)^2. \quad (B)$$

Also bleibt der Parameter in der Zwillingstellung derselbe; nur wird derselbe durch ein Quadrat der ganzen Zahl multipliziert, und diese letzte Zahl ist gerade der Parameter der Zwillingssaxe.

Nimmt man z. B. als Zwillingssaxe die Axe $[444]$, so wird $[400]$ durch $[\bar{1}22]$, $[040]$ durch $[2\bar{1}2]$, $[004]$ durch $[22\bar{1}]$ ersetzt, und die Axe $[444]$ bewahrt ihre Indices. Folglich ist die Überführung in die Zwillingstellung als eine Transformation anzusehen, für welche die Gleichungen:

$$q_1 : q_2 : q_3 = -p_1 + 2p_2 + 2p_3 : 2p_1 - p_2 + 2p_3 : 2p_1 + 2p_2 - p_3$$

gültig sind. Also erhält man für den Parameter die Zahl:

$$\begin{aligned} & (-p_1 + 2p_2 + 2p_3)^2 + (2p_1 - p_2 + 2p_3)^2 + (2p_1 + 2p_2 - p_3)^2 \\ & = 9(p_1^2 + p_2^2 + p_3^2) = (p_1^2 + p_2^2 + p_3^2)(1^2 + 1^2 + 1^2)^2. \end{aligned}$$

In dem zweiten Beispiele wollen wir als Zwillingssaxe die Axe $[340]$ annehmen.

Dann erhält man die Transformationsgleichungen:

$$q_1 : q_2 : q_3 = 8p_1 + 6p_2 : 6p_1 - 8p_2 : 40p_3.$$

Diesen Gleichungen gemäß erhält [100] in Zwillingstellung die Indices [860], [040] die Indices [680], [004], die Indices [0.0.40], und die Zwillingssaxe [340] bewahrt ihre früheren Indices (eigentlich 30.40.0).

Nun erhält man für den Parameter die Zahl:

$$\begin{aligned} (8p_1 + 6p_2)^2 + (6p_1 - 8p_2)^2 + 400p_3^2 &= 400(p_1^2 + p_2^2 + p_3^2) \\ &= (p_1^2 + p_2^2 + p_3^2)(3^2 + 4^2 + 0^2) (= 8^2 + 6^2 + 0^2). \end{aligned}$$

Also kann man sagen, daß bei dieser Operation der Parameter um einen Factor vermehrt wird, welcher dem Quadrate des Parameters der Zwillingssaxe gleich ist oder der Summe der Quadrate derjenigen Indices, welche der Formel (A) gemäß für die Indices von [100] in Zwillingstellung erscheinen.

Überhaupt lassen sich leicht für jede gegebene Zwillingssaxe die betreffenden Transformationsgleichungen aufstellen, denen die Determinante:

$$\begin{vmatrix} r_1^2 - r_2^2 - r_3^2 & 2r_1 r_2 & 2r_1 r_3 \\ 2r_1 r_2 & -r_1^2 + r_2^2 + r_3^2 & 2r_2 r_3 \\ 2r_1 r_3 & 2r_2 r_3 & -r_1^2 - r_2^2 + r_3^2 \end{vmatrix}$$

entspricht, was direct aus der Relation (A) hervorgeht.

Für den Fall der Zwillingssaxe [111] gilt somit die Gleichung:

$$\begin{vmatrix} 1 & 2 & 2 \\ 2 & 1 & 2 \\ 2 & 2 & 1 \end{vmatrix} = D_1,$$

was schon oben angegeben wurde.

Für den Fall der Zwillingssaxe [340] gilt die Gleichung:

$$\begin{vmatrix} 8 & 6 & 0 \\ 6 & 8 & 0 \\ 0 & 0 & 40 \end{vmatrix} = D_2,$$

was ebenfalls schon oben erwähnt ist.

Diese Determinanten sind gleich $(r_1^2 + r_2^2 + r_3^2)^3$, also $D_1 = 27 = 3^3$ und $D_2 = 4000 = 40^3$.

Alle diese Relationen gelten in gleicher Weise für sämtliche isotrope Complexe.

Von verschiedenen incommensurablen Complexen, wenn solche wirklich vorhanden sind, zeichnet sich jeder natürlich noch durch specielle, ihm allein eigene Relationen aus.

Der kubische Complex zeichnet sich z. B. dadurch aus, daß als senkrechte Hauptausgangsflächen die Flächen (100), (040), (004) angenommen

werden können, also sämtlich Flächen, welche als tetragonal-isotrop bezeichnet werden können.

Da jeder Complex überhaupt durch die Parameter zweier senkrechter Zonen bestimmt werden kann, so folgt daraus, daß überhaupt jeder Complex, in welchem es zwei tetragonal-isotrope, zu einander senkrechte Zonen gibt, mit dem kubischen commensurabel oder, vom Standpunkte der reinen Syngonielehre aus, mit demselben identisch ist d. h. als kubischer Complex bezeichnet werden darf.

Falls also andere Complexe außer dem kubischen existieren, so kann in keinem derselben zu einer tetragonal-isotropen Fläche (d. h. $P = 4$) eine zu ihr senkrechte tetragonal-isotrope Fläche vorhanden sein, und nicht nur keine tetragonal-isotrope, sondern überhaupt keine Fläche, welche einen Parameter besitzt, der identisch ist mit einem der Parameter der Flächen, welche der Zone $[100]$ des kubischen Complexes angehören, trotzdem, daß solcher Parameter eine unendliche Zahl vorhanden ist.

Wenn wir also zwei incommensurable isotrope Complexe vergleichen, so ist in tetragonal-isotropen Zonen beider keine einzige Fläche gemeinschaftlich, d. h. in beiden Complexen sind in diesen Zonen lauter verschiedene Flächen vorhanden, welche sich durch die Größe des Parameters von einander unterscheiden. Und dies bezieht sich nicht allein auf tetragonal-isotrope, sondern auf beliebige Zonen überhaupt.

Daraus folgt a) daß überhaupt in jeder Zone nicht sämtliche Parameter vertreten sind, und b) daß somit für verschiedene Complexe keineswegs gleiche Relationen zwischen den Indices der Zone und den Indices der dieselben zusammensetzenden Flächen bestehen.

Da aber diese Relation durch die sogenannte Zonengleichung gegeben wird, so folgt daraus, daß es für jeden Complex eine besondere, für denselben charakteristische Zonengleichung gibt, welche für sämtliche andere Complexe keine Geltung hat.

Der kubische Complex kann also durch die Zonengleichung:

$$p_1 r_1 + p_2 r_2 + p_3 r_3 = 0$$

charakterisiert werden, und für sämtliche andere Complexe ist diese Gleichung nicht mehr anwendbar.

Speciell im kubischen Complex sind sämtliche überhaupt denkbare Zonen vertreten, deren Parameter gleich sind der Summe der Quadrate dreier ganzer Zahlen. Der Einfachheit wegen verstehen wir aber unter Indices nur drei Zahlen, welche keine gemeinschaftlichen Factoren besitzen. Infolgedessen sind als überhaupt denkbare Parameter der isotropen Complexe nicht sämtliche dreifach quadratische Zahlen anzunehmen, sondern einige davon sind ausgeschlossen.

Wie von mir schon mehrfach angegeben, gehört hierzu folgende Zahlenreihe:

Parameter:	4	2	3	5	6	9(1)	10	11	13	14	17	—	18(2)
Indices:	100	110	111	210	211	221	310	311	320	321	322	410	411
	19	21	22	25(4)	26	—	27(3)	29	—	30	33	—	34
	331	421	332	430	431	510	511	432	520	521	441	522	433
	35	37	38	—	41	—	—	42	43	45(5)	46	49	50(2)
	531	610	532	611	443	540	621	541	533	542	631	632	543
	—	53	—	54(6)	—	57	—	58	59	—	61	—	62
	711	641	720	552	721	544	722	730	553	731	643	650	651
	—	—	66	—	—	67	69	—	70	73	—	74	—
	740	810	554	741	811	733	742	821	653	661	830	743	750
	77	—	78	81(1)	—	82	—	83	—	85	—	86	—
	654	832	752	744	841	833	910	753	911	760	920	655	761
	—	—	—	90(10)	—	91	93	94	—	97	—	98	—
	843	922	850	754	851	931	852	763	932	665	940	853	941
												755	771

Unter Zahlen, welche überhaupt als ParametergröÙe erscheinen, fehlen solche, welche durch $4n$ und $8n - 1$ bezeichnet werden können. Das Fehlen dieser Zahlen ist sehr leicht zu beweisen. Für das Fehlen von $4n$ wurde schon früher von mir der Beweis geliefert¹⁾, welcher darauf beruht, daß die Summe der Quadrate zweier ungerader Zahlen nicht durch 4 teilbar sein kann, und daß von drei Indices (p_1, p_2, p_3), welchen ein gerader Parameter zukommt, zwei derselben ungerade Zahlen sein müssen.

Wenn also der dritte Index p_3 eine gerade Zahl ist, so ist dessen Quadrat durch 4 teilbar und für $p_1^2 + p_2^2$ ist dies keineswegs der Fall, folglich ist auch $p_1^2 + p_2^2 + p_3^2$ ebenfalls durch 4 nicht teilbar.

Ebenso leicht ist der zweite Satz zu beweisen.

Wäre die Relation $p_1^2 + p_2^2 + p_3^2 = 8n - 1$ möglich, so würde auch die Relation $p_1^2 + p_2^2 + (2k - 1)^2 = 8n - 1$ bestehen, da einer der Indices notwendigerweise eine ungerade Zahl ist. Also $p_1^2 + p_2^2 = 2(4n - 1) - 4(k^2 - k)$. Daraus ersehen wir, daß die beiden Zahlen p_1 und p_2 nicht zugleich gerade sein können. Auch ist unmöglich anzunehmen, daß eine von ihnen gerade und die andere ungerade ist, da in diesem Falle $8n - 1$ selbst eine gerade Zahl gewesen wäre.

Nun nehmen wir an, daß sämtliche Indices p_1, p_2, p_3 ungerade Zahlen sind. Dann hätte die Relation:

$$(2k - 1)^2 + (2l - 1)^2 + (2m - 1)^2 = 8n - 1$$

$$\text{oder} \quad 4[(k^2 - k) + (l^2 - l) + (m^2 - m)] + 4 = 8n$$

$$\text{oder} \quad k(k - 1) + l(l - 1) + m(m - 1) + 1 = 2n$$

statthaben müssen.

¹⁾ Diese Zeitschr. 36, 215.

Da aber jedes der Producte $k(k-1)$, $l(l-1)$, $m(m-1)$ notwendigerweise eine gerade Zahl ist, so ist die letzte Relation unmöglich¹⁾.

Wie gesagt, sind die Parameter in jeder beliebigen Zone durchaus nicht vollständig vertreten. Z. B. für die wichtigste, tetragonal-isotrope Zone des kubischen Complexes gilt die diese Zahl beschränkende Relation

$$4 \cdot p_1 + 0 \cdot p_2 + 0 \cdot p_3 = 0.$$

Mit anderen Worten haben die hierzu gehörenden Indices die Form $(0 p_2 p_3)$; und nun sind jetzt nur diejenigen Parameter zulässig, welche durch die Formel $(p_2^2 + p_3^2)$ repräsentiert werden, wo p_2 und p_3 keine gemeinschaftlichen Factoren besitzen.

Hierzu gehört folgende Zahlenreihe:

Parameter:	4	2	5	40	13	17	25(1)	26	29	34	37	44	50(2)
Zonenindices:	10	11	24	34	32	44	43	51	52	53	64	54	74
	53	58	64	65	—	73	74	82	85	—	89	97	
	72	73	65	74	84	83	75(3)	94	76	92	85	94.	

Diese Zahlenreihe stellt nur einen particulären Fall der oben angegebenen Zahlenreihe der dreifach-quadratischen Zahlen dar, da eine aus diesen drei Zahlen stets gleich 0 angenommen werden kann, und dann kommt eine Zahl dieser zweiten Reihe zustande.

Infolgedessen gelten auch für diese Reihe die Sätze über das Fehlen der Parameter $4n$ und $8n-4$. Außerdem fehlen noch sehr viele andere Zahlen.

Zum Beispiel fehlen sämtliche Zahlen der Formel $3n^2$. Dies ist sehr leicht zu beweisen.

Wäre die Relation:

$$p_1^2 + p_2^2 = 3n^2$$

gültig, so hätten wir auch $p_1^2 + p_2^2 + n^2 = 4n^2$ gehabt, und dies ist, wie bewiesen, unmöglich²⁾.

Diese Folgerung ist von hoher Wichtigkeit, da gerade diese Relation für den hexagonal-isotropen Complex charakteristisch ist; in dem letzteren

1) In Anbetracht der weiter folgenden Auseinandersetzung wollen wir noch den Beweis für die Unmöglichkeit der Gleichung $p_1^2 + p_2^2 + p_3^2 = 7n^2$ erbringen. Wie eben bewiesen, kann n nur eine ungerade Zahl sein; also: $7n^2 = 7(2n'-1)^2 = 7(4n'^2 - 4n') + 7 = 4 \cdot 7 \cdot n'(n'-1) + 7 = 7 \cdot 8n'' + 7 = 8n''' - 1$, und die Unmöglichkeit davon wurde ebenfalls bewiesen.

2) Dieser Satz ist leicht zu verallgemeinern und der Beweis zu erbringen, daß überhaupt die Gleichheit $p_1^2 + p_2^2 = 3n$ eine unmögliche ist.

Da keine von beiden Zahlen p_1 und p_2 durch 3 teilbar sein kann (sonst würde 3 der gemeinschaftliche Factor für die beiden sein), so lassen die beiden sich in der Form $(3c \pm 1)$ darstellen.

Also $(3c_1 \pm 1)^2 + (3c_2 \pm 1)^2 = 3n$ oder $3(c_1^2 + 2c_1 + c_2^2 + 2c_2) + 2 = 3n$, und dies ist unmöglich, da 2 den Factor 3 nicht besitzen kann.

ist eine zu der tetragonal-isotropen Zone senkrechte hexagonal-isotrope Zone vorhanden.

In dem kubischen Complexe fehlen hexagonal-isotrope Flächen in tetragonal-isotropen Zonen vollständig.

Wäre eine einzige solche vorhanden, so würden die beiden Complexe, der kubische und der hexagonal-isotrope, identisch resp. commensurabel. Die Unmöglichkeit dieser Annahme dient als Beweis der Incommensurabilität der beiden Complexe.

Ebenso kann man den Beweis erbringen, daß in dem kubischen Complexe tetragonal-isotrope Flächen in hexagonal-isotropen Zonen vollständig fehlen.

Hexagonal-isotropen Zonen kommt der Parameter 3 zu. Hierzu gehört auch die einfachste Zone $[111]$; für die Flächen $(p_1 p_2 p_3)$ dieser Zone haben wir die Relation:

$$1 \cdot p_1 + 1 \cdot p_2 + 1 \cdot p_3 = 0 \quad \text{resp.} \quad p_1 = -(p_2 + p_3).$$

Nun nehmen wir an, daß eine solche Fläche $(p_1 p_2 p_3)$ vorhanden ist, für welche $p_1^2 + p_2^2 + p_3^2 = n^2$, also $(a + b)^2 + a^2 + b^2 = n^2$.

Von den drei Indices p_2, p_3 und $-(p_2 + p_3)$ können weder alle ungerade, noch zwei derselben gerade Zahlen sein; zwei von ihnen sind also ungerade und einer eine gerade Zahl. Wollen wir annehmen, daß a und b ungerade Zahlen sind, dann haben wir

$$2(a^2 + b^2) + 2ab = n^2 = 4m^2 \quad \text{oder} \quad (a + b)^2 - ab = 2m^2.$$

Von diesen drei Gliedern sind $(a + b)^2$ und $2m^2$ gerade, und ab eine ungerade Zahl, und dies ist eine Unmöglichkeit.

Dieser letzte Satz hat eben dieselbe Bedeutung wie der vorige. Wäre eine einzige Fläche der hexagonal-isotropen Zone tetragonal-isotrop, so würde damit bewiesen, daß der kubische Complex mit dem hexagonal-isotropen identisch ist. Da aber die Incommensurabilität dieser beiden Complexe schon durch den obigen Satz bewiesen wurde, so wäre genauer dieser Satz als eine der unendlich vielen Folgerungen anzusehen, welche in der Incommensurabilität ihren Grund finden.

Wenden wir jetzt unsere Aufmerksamkeit dem hexagonal-isotropen Complexe zu.

Die einfachste Formel zur Berechnung der Winkel in diesem Complexe wurde in dieser Zeitschr. 36, 219 gegeben. Sie ist der bekannten Formel der kubischen Krystalle

$$\text{tang } (r r') = \frac{k \sqrt{P}}{r_1 r_1' + r_2 r_2' + r_3 r_3'} \quad (\text{C})$$

ganz analog und lautet:

$$\text{tang } (r r') = \frac{k \sqrt{P}}{r_1 r_1' + r_2 r_2' + r_3 r_3'} \quad (\text{C}')$$

In beiden bedeuten r_1, r_2, r_3 resp. r_1', r_2', r_3' die Indices zweier gegebener Flächen r und r' ; k ist der Polfactor und P der Parameter der Zone beider Flächen.

Der einzige wesentliche Unterschied besteht darin, daß in der zweiten Formel die Indices einer Fläche (natürlich gleichgültig ob der Fläche r oder r'), z. B. r' , durch die Subindices r' ersetzt worden sind, d. h. in die Formel anstatt r_1', r_2', r_3' die Zahlen r_1', r_2', r_3' zu setzen sind, wobei

$$r_1' : r_2' : r_3' = 3r_1' : 4r_2' - 2r_3' : -2r_2' + 4r_3'. \quad (D)$$

Auch der Parameter P in diesem Complexe wird nicht vermittle der Formel

$$P = p_1^2 + p_2^2 + p_3^2, \quad \text{wo} \quad p_1 : p_2 : p_3 = \left| \begin{array}{cc} r_2 & r_3 \\ r_2' & r_3' \end{array} \right| : \left| \begin{array}{cc} r_3 & r_1 \\ r_3' & r_1' \end{array} \right| : \left| \begin{array}{cc} r_1 & r_2 \\ r_1' & r_2' \end{array} \right| \quad (E)$$

berechnet, welche für den kubischen Complex Geltung hat, sondern vermittle der Formel

$$P = p_1 p_1 + p_2 p_2 + p_3 p_3,$$

wo p aus p nach (D) berechnet wird, oder p aus p nach der Formel

$$p_1 : p_2 : p_3 = 2p_1 : 2p_2 + p_3 : p_2 + 2p_3 \quad (D')$$

wobei

$$p_1 : p_2 : p_3 = \left| \begin{array}{cc} r_2 & r_3 \\ r_2' & r_3' \end{array} \right| : \left| \begin{array}{cc} r_3 & r_1 \\ r_3' & r_1' \end{array} \right| : \left| \begin{array}{cc} r_1 & r_2 \\ r_1' & r_2' \end{array} \right|. \quad (E')$$

Wir wollen die Berechnung nach diesen Formeln an einigen Beispielen demonstrieren.

1. Gesucht der Winkel zwischen (1000) und (2121):

$$\underline{p}_1 : \underline{p}_2 : \underline{p}_3 = \begin{array}{ccccc} 4 & 0 & 0 & 1 & 0 \\ & \times & \times & \times & \\ 2 & 1 & 2 & 2 & 1 \end{array} = 0 : \bar{2} : 4;$$

$$p_1 : p_2 : p_3 = 2 \cdot 0 : 2 \cdot \bar{2} + 1 : \bar{2} + 2 \cdot 1 = 3(0 : \bar{1} : 0),$$

und wieder:

$$\underline{p}_1 : \underline{p}_2 : \underline{p}_3 = 3 \cdot 0 : 4 \cdot \bar{1} - 2 \cdot 0 : -2 \cdot \bar{1} + 4 \cdot 0 = 0\bar{1}2;$$

also $P = 0 \cdot 0 + \bar{1} \cdot \bar{1} + 2 \cdot 0 = 1;$

außerdem $r_1' : r_2' : r_3' = 3 \cdot 1 : 4 \cdot 0 - 2 \cdot 0 : -2 \cdot 0 + 4 \cdot 0 = 3(100).$

Folglich:

$$\text{tang}(rr') = \frac{3\sqrt{0 \cdot 0 + \bar{1} \cdot \bar{1} + 0 \cdot 2}}{3(1 \cdot 2 + 0 \cdot \bar{1} + 0 \cdot 2)} = 1 = \text{tang } 45^\circ 0' 0''.$$

2. Gesucht der Winkel zwischen (1000) und (2110):

$$\underline{p}_1 : \underline{p}_2 : \underline{p}_3 = \begin{array}{ccccc} 4 & 0 & 0 & 1 & 0 \\ & \times & \times & \times & \\ 2 & 1 & 1 & 2 & 1 \end{array} = 0 : \bar{1} : 4;$$

$$p_1 : p_2 : p_3 = 2 \cdot 0 : 2 \cdot \bar{1} + 1 : \bar{1} + 2 \cdot 1 = 0 : \bar{1} : 4,$$

und wieder:

$$\underline{p_1} : \underline{p_2} : \underline{p_3} = 3 \cdot 0 : 4 \cdot \bar{1} - 2 \cdot 1 : -2 \cdot \bar{1} + 4 \cdot 1 = 0 : \bar{6} : 6;$$

also $P = 0 \cdot 0 + \bar{1} \cdot \bar{6} + 1 \cdot 6 = 12$; außerdem $r_1' : r_2' : r_3' = 3(100)$.

Folglich:

$$\tan(rr') = \frac{\sqrt{12}}{3(1 \cdot 2 + 0 \cdot 1 + 0 \cdot 1)} = \frac{1}{\sqrt{3}} = \tan 30^\circ 0' 0''.$$

3. Gesucht der Winkel zwischen (1000) und (2330):

$$\underline{p_1} : \underline{p_2} : \underline{p_3} = \begin{array}{cccc} 1 & 0 & 0 & 1 & 0 \\ & \times & \times & \times & \\ 2 & 3 & 3 & 2 & 3 \end{array} = 0 : \bar{3} : 3 = 3(0\bar{1}1);$$

$$\underline{p_1} : \underline{p_2} : \underline{p_3} = 3(2 \cdot 0 : 2 \cdot \bar{1} + 1 : \bar{1} + 2 \cdot 1) = 3(0 : \bar{1} : 1),$$

und wieder:

$$\underline{p_1} : \underline{p_2} : \underline{p_3} = 3 \cdot 0 : 4 \cdot \bar{1} - 2 \cdot 1 : -2 \cdot \bar{1} + 4 \cdot 1 = 0 : \bar{6} : 6;$$

also $P = 0 \cdot 0 + \bar{1} \cdot \bar{6} + 1 \cdot 6 = 12$; außerdem $r_1' : r_2' : r_3' = 3(100)$.

Folglich:

$$\tan(rr') = \frac{3\sqrt{12}}{3(1 \cdot 2 + 0 \cdot 3 + 0 \cdot 3)} = \sqrt{3} = \tan 60^\circ 0' 0''.$$

4. Gesucht der Winkel zwischen (1000) und (1110):

$$\underline{p_1} : \underline{p_2} : \underline{p_3} = \begin{array}{cccc} 1 & 0 & 0 & 1 & 0 \\ & \times & \times & \times & \\ 1 & 1 & 1 & 1 & 1 \end{array} = 0 : \bar{1} : 1;$$

$$\underline{p_1} : \underline{p_2} : \underline{p_3} = 2 \cdot 0 : 2 \cdot \bar{1} + 1 \cdot 1 : 1 \cdot \bar{1} + 2 \cdot 1 = 0 : \bar{1} : 1,$$

und wieder:

$$\underline{p_1} : \underline{p_2} : \underline{p_3} = 3 \cdot 0 : 4 \cdot \bar{1} - 2 \cdot 1 : -2 \cdot \bar{1} + 4 \cdot 1 = 0 : \bar{6} : 6;$$

also $P = 0 \cdot 0 + \bar{1} \cdot \bar{6} + 1 \cdot 6 = 12$; außerdem $r_1' : r_2' : r_3' = 3(100)$.

Folglich:

$$\tan(rr') = \frac{\sqrt{12}}{3(1 \cdot 1 + 0 \cdot 1 + 0 \cdot 1)} = \sqrt{\frac{1}{3}} = \tan 49^\circ 6' 24''.$$

5. Gesucht der Winkel zwischen (1000) und (1121):

$$\underline{p_1} : \underline{p_2} : \underline{p_3} = \begin{array}{cccc} 1 & 0 & 0 & 1 & 0 \\ & \times & \times & \times & \\ 1 & 1 & 2 & 1 & 1 \end{array} = 0 : \bar{2} : 1;$$

$$\underline{p_1} : \underline{p_2} : \underline{p_3} = 2 \cdot 0 : 2 \cdot \bar{2} + 1 : \bar{2} + 2 \cdot 1 = 3(0\bar{1}0);$$

und wieder:

$$\underline{p_1} : \underline{p_2} : \underline{p_3} = 3 \cdot 0 : 4 \cdot \bar{1} - 2 \cdot 0 : -2 \cdot \bar{1} + 4 \cdot 0 = 0 : \bar{4} : 2;$$

also $P = 0 \cdot 0 + \bar{1} \cdot \bar{4} + 0 \cdot 2 = 4$; außerdem $r_1' : r_2' : r_3' = 3(100)$.

Folglich:

$$\tan(rr') = \frac{3\sqrt{4}}{3(1 \cdot 1 + 0 \cdot 1 + 0 \cdot 2)} = 2 = \tan 63^\circ 26' 6''.$$

6. Gesucht der Winkel zwischen (010 $\bar{1}$) und (234 $\bar{2}$):

$$p_1 : p_2 : p_3 = \frac{0 \ 1 \ 0 \ 0 \ 1}{2 \ 3 \ 4 \ 2 \ 3} \times \times \times = 1 : 0 : \bar{2};$$

$$p_1 : p_2 : p_3 = 2 \cdot 1 : 2 \cdot 0 + \bar{2} : 0 + 2 \cdot \bar{2} = 2(1\bar{1}\bar{2}),$$

und wieder:

$$p_1 : p_2 : p_3 = 3 \cdot 1 : 4 \cdot \bar{1} - 2 \cdot \bar{2}; - 2 \cdot \bar{1} + 4 \cdot \bar{2} = 3 : 0 : \bar{6};$$

also $P = 1 \cdot 3 + \bar{1} \cdot 0 + \bar{2} \cdot \bar{6} = 15;$

außerdem $r_1' : r_2' : r_3' = 3 \cdot 0 : 4 \cdot 1 - 2 \cdot 0 : - 2 \cdot 1 + 4 \cdot 0 = 2(02\bar{1}).$

Folglich:

$$\text{tang}(rr') = \frac{2 \cdot \sqrt{15}}{2(0 \cdot 2 + 2 \cdot 3 + \bar{1} \cdot 1)} = \frac{\sqrt{15}}{5} = \sqrt{\frac{3}{5}} = \text{tang } 37^\circ 45' 40,5''.$$

7. Gesucht der Winkel zwischen (010 $\bar{1}$) und (2110):

$$p_1 : p_2 : p_3 = \frac{0 \ 1 \ 0 \ 0 \ 1}{2 \ 1 \ 1 \ 2 \ 1} \times \times \times = 1 : 0 : \bar{2};$$

$$p_1 : p_2 : p_3 = 2 \cdot 1 : 2 \cdot 0 + \bar{2} : 0 + 2 \cdot \bar{2} = 2(1\bar{1}\bar{2}),$$

und wieder:

$$p_1 : p_2 : p_3 = 3 \cdot 1 : 1 \cdot 1 - 2 \cdot \bar{2}; - 2 \cdot \bar{1} + 1 \cdot \bar{2} = 3 : 0 : \bar{6};$$

also $P = 1 \cdot 3 + \bar{1} \cdot 0 + \bar{2} \cdot \bar{6} = 15;$

außerdem $r_1' : r_2' : r_3' = 3 \cdot 0 : 1 \cdot 1 - 2 \cdot 0 : - 2 \cdot 1 + 1 \cdot 0 = 2(02\bar{1}).$

Folglich:

$$\text{tang}(rr') = \frac{2\sqrt{15}}{2(0 \cdot 2 + 2 \cdot 1 + \bar{1} \cdot 1)} = \sqrt{15} = \text{tang } 75^\circ 31' 21''.$$

Natürlich werden auch hier die Zonen durch die Parameter eindeutig bestimmt¹⁾. Aber schon eine einfache Zusammenstellung der Parameter weist auf wesentliche Unterschiede hin.

Wie schon in früheren Arbeiten des Verfassers dargetan wurde, besitzen wir folgende Zahlenreihe:

Parameter:	3	4(4)	7	12(3)	15	16(1)	19	24(6)	28(7)	34
Indices:	1000	0110	1110	0121	1121	2110	1220	2121	0231	1231
—	39	—	40(10)	43	48(3)	51	52(13)	—	55	—
	60(15)									
	3110	1330	3121	2231	3220	2330	1242	0341	4110	1341
	3231	4121								
	64(4)	67	75(3)	76	—	79	—	—	84(21)	—
	87									
	2341	1440	3242	0352	4231	1352	3341	5110	0451	4330
	1451	5121								

1) Da aber durch den Parameter zugleich die charakteristischen Winkel bestimmt werden, so folgt, daß durch einen gegebenen Winkel der Parameter der Zone auf eben demselben Wege gefunden werden kann, wie dies für kubische Komplexe der Fall ist und in dem »Beitrag zur Sygonielehre« erklärt wurde. Durch die Zonenparameter werden zugleich die Indices der Zonen bestimmt.

88(22)	94	—	96(6)	100(4)	103	—	—	111	—	—	112(7)
2352	3440	5220	2451	4341	1550	3352	5231	1363	3451	5330	2550
—	115	120(30)	—	123	124(34)	127	—	—	—	—	132(33)
6110	1462	2363	6121	5242	0561	1561	3550	4352	5341	4451	
136	—	139	—	147	148(37)	—	151	—	—	—	156(39)
2561	6231	3462	5440	1660	0473	4550	1473	3561	5352	7110	0572
—	159	—	—	160(40)	—	163	168(42)	172(43)	175(7)	—	
4363	1572	5451	7121	2473	6341	7220	2572	0671	1671	3473	
—	183	—	—	184(46)	—	187	192(3)	195	—	196(4)	—
7231	3572	5363	7330	6352	2671	5462	6451	1484	7242	0583	4473
—	—	199	—	—	—	—	—	—	—	—	—
4561	8110	1770	1583	3671	7341	5561	...				

Der Vergleich dieser Tabelle mit der des kubischen Complexes zeigt die Anwesenheit solcher Parameter, welche dort fehlen, und die Abwesenheit solcher, welche dort vorhanden sind.

Man bemerkt hier das Erscheinen mancher Glieder beider dort fehlenden Zahlenreihen $4n$ und $8n - 1$, z. B. 12, 24, 48, ... auch 7, 15, 31, ... Andererseits fehlen hier die Parameter $5n^2$, $14n^2$, ... Am merkwürdigsten ist aber das Fehlen des Parameters $2n^2$.

Es ist leicht, den Beweis zu liefern, daß solche Parameter in diesem Complexe nicht möglich sind.

Wir müssen aber zuerst den allgemeinen Ausdruck für die isotropen Complexe allgemeinsten Art auffinden.

Gemäß dem oben Gesagten ist ersichtlich, daß wir dazu drei beliebige senkrechte Flächen als Ausgangsflächen wählen können; nur müssen wir die ihnen zukommenden Parameter wissen. Seien diese Parameter P_1 , P_2 und P_3 , so wird der allgemeinste Ausdruck für den beliebigen Parameter des betreffenden Complexes:

$$P = P_1 a^2 + P_2 b^2 + P_3 c^2. \quad (G)$$

Um also über die Möglichkeit von P zu entscheiden, ist nur zu erkennen, ob solche ganze Zahlen a , b , c ausgewählt werden können, daß sie bei gegebenen Größen von P_1 , P_2 , P_3 dieser Gleichung Genüge leisten. Ist dies der Fall, so gehört P zu den möglichen Parametern; sonst ist der Parameter für den gegebenen Complex unmöglich.

Nun können wir den hexagonal-isotropen Complex durch zwei senkrechte Zonen bestimmen, von welchen die eine tetragonal- ($P = 1$) und die andere hexagonal-isotrop ($P = 3$) ist; als Folge davon ist die dritte, zu beiden senkrechte Zone wieder eine hexagonal-isotrope.

Für diesen Complex erhält also die Gleichung (G) die Form:

$$P = 3a^2 + 3b^2 + c^2. \quad (G')$$

Falls also der Parameter 2 wirklich ein unmöglicher ist, so ist auch die Gleichung $3a^2 + 3b^2 + c^2 = 2n^2$ eine unmögliche, und das wird sofort ersichtlich, wenn man dieser Gleichung die Form:

$$3(a^2 + b^2 + c^2) = 2(c^2 + n^2)$$

zuerteilt. Daraus sieht man nämlich, daß $c^2 + n^2$ hätte den Factor 3 besitzen müssen, und oben (S. 344) wurde gerade bewiesen, daß dies unmöglich ist¹⁾.

Somit fehlt dem hexagonal-isotropen Complex der für den kubischen Complex so wichtige Teilcomplex mit dem Parameter 2. Es gibt also im hexagonal-isotropen Complex keine einzige Zone, für welche, als charakteristische, die Winkel $54^\circ 44' 8''$ oder $35^\circ 15' 52''$ aufgetreten wären.

Auch ist sofort die Unmöglichkeit des Parameters 5 zu ersehen, denn aus der Gleichung $3a^2 + 3b^2 + c^2 = 5n^2$ würde die Gleichung $3a^2 + 3b^2 + 6c^2 = 5(n^2 + c^2)$; also fehlen dem Complex sämtliche Zonen mit den charakteristischen Winkeln $24^\circ 5' 44,5''$ und $65^\circ 54' 48,5''$.

Andererseits, wie erwähnt, erscheinen hier Zonen, welche dem kubischen Complex fehlen. Die einfachste dieser Zonen ist die mit dem Parameter 7, also mit den charakteristischen Winkeln $20^\circ 42' 17''$ und $69^\circ 17' 43''$ und deren mehrfachen.

Tetragonal-isotrope Zonen spielen hier eine große Rolle, da denselben so wichtige Complexflächen zugehören, wie $[0110]$, $[2110]$, $[2341]$ usw. Der hexagonal-isotropen Zone gehören diejenigen an mit den Indices $[1000]$, $[0121]$, $[2330]$ usw. Einige Winkel dieser beiden Zonen sind besonders in den oben angeführten Beispielen vertreten.

Unter anderem ersehen wir aus den angeführten Beispielen, daß der Winkel $\begin{Bmatrix} 1000 \\ 2110 \end{Bmatrix}$ gleich $30^\circ 0' 0''$, und $\begin{Bmatrix} 1000 \\ 2330 \end{Bmatrix}$ gleich $60^\circ 0'$. Dieses Verhältnis folgt direct aus dem oben angegebenen Satze über die zweizählige Symmetrieaxe der isotropen Complexe, da $[1000]$ und $[2330]$ beide hexagonal-isotrop sind, also die gleichen Complexflächen darstellen; die Bisectrix von ihnen ist $[2110]$, welche tetragonal-isotrop ist, ebenso wie $[0101]$; folglich muß auch der Winkel beider letzteren durch eine Complexaxe halbiert werden. Und dies ist direct aus den Beispielen 6) und 7) ersichtlich; man sieht, daß die Bisectrix beider Axen die Indices $[2342]$ besitzt und die Hälfte des Winkels $37^\circ 48' 40,5''$ beträgt.

Aus allen diesen Beispielen ersehen wir aufs deutlichste, wie grundverschieden die Verteilung der gleichen Zonen in beiden Complexen, dem kubischen und dem hexagonal-isotropen, ist. In dem letzteren fehlen

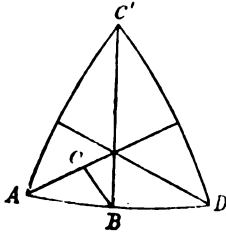
1) Auf demselben Wege läßt sich die Unmöglichkeit des Parameters 5 beweisen. Unter der Annahme $3a^2 + 3b^2 + c^2 = 5n^2$ hätten wir weiter $3(a^2 + b^2) = 5n^2 - c^2 = 6n^2 - (n^2 + c^2)$, also die Summe $(n^2 + c^2)$ durch 3 teilbar gewesen wäre, was, wie oben bewiesen, unmöglich ist.

zu einander senkrechte tetragonal-isotrope Flächen. Aber solche erscheinen in hexagonal-isotropen Zonen und treten hier als Bisectricen von je zwei hexagonal-isotropen Flächen auf, wie (2110) in bezug auf (1000) und (2330) , wie $(010\bar{1})$ in bezug auf $(021\bar{1})$ und $(01\bar{1}2)$, während im kubischen Complex hexagonal-isotrope Flächen in hexagonal-isotropen Zonen vollständig fehlen; zwei hexagonal-isotrope Flächen, z. B. $(1\bar{1}1)$ und $(\bar{1}11)$, befinden sich in der Zone mit dem Parameter 2 und werden auch durch die Fläche $(1\bar{1}0)$ mit dem Parameter 2, als einer Bisectrix, halbiert.

Wie oben erwähnt, ist für jeden besonderen Complex eine ihm allein zukommende Zonengleichung charakteristisch.

Um aber diese Frage in ihrer Allgemeinheit zu discutieren, wenden wir uns einer näheren Charakteristik der Complexe allgemeiner Art zu.

Fig. 1.



Im allgemeinen ist der Complex eindeutig bestimmt, wenn die Parameter zweier Axen und der Winkel zwischen den beiden gegeben sind. Solche Auffassung der isotropen Complexe ist die complicirteste, da derselben gemäß die Krystalle als triklone behandelt werden. Ist dem Parameter A der charakteristische Winkel CAB , und dem Parameter B der charakteristische Winkel CBA zugeordnet, so wird dadurch auch die dritte Axe C eindeutig bestimmt, und derselben ist der charakteristische Winkel ACB , folglich auch ein bestimmter Parameter zugeordnet.

Wenn aber ein solcher Complex möglich ist, so muß auch der Winkel AB für eine Zone charakteristisch sein, deren Axe C' (AC' und BC' rechte Winkel). Somit kommen wir zu einfacherer und zugleich mehr zuverlässiger Bestimmung durch die Parameter A und C' zweier senkrechter Zonenaxen. Diese zwei Parameter bestimmen auch den Parameter der dritten, zu beiden senkrechten Zonenaxe D .

Der Einfachheit wegen wollen wir die drei Ausgangsparameter durch a_1, a_2, a_3 bezeichnen, wo diese ganze, keine gemeinschaftlichen Factoren besitzende Zahlen sind. Diese Zahlen (da die Parameter den Quadraten der Tangenten der charakteristischen Winkel gleich sind) sind die Quadrate der Relationen $\frac{c_2}{c_3}, \frac{c_3}{c_1}, \frac{c_1}{c_2}$ (worin c_1, c_2, c_3 die betreffenden Axeneinheiten sind). Infolge dessen ist $a_1 a_2 a_3 = 1$ oder $a_3 = \frac{1}{a_1 a_2}$, und, durch Hinzufügung des Factors $(a_1 a_2)^2$, auch $a_3 = a_1 a_2 \dots$; ferner umgekehrt $c_1 : c_2 : c_3 = \sqrt{a_3} : 1 : \frac{1}{\sqrt{a_2}}$ oder (durch Division mit $\frac{1}{\sqrt{a_1 a_3}}$):

$$c_1 : c_2 : c_3 = \frac{1}{\sqrt{a_1}} : \frac{1}{\sqrt{a_2}} : \frac{1}{\sqrt{a_3}}.$$

Nun können wir solchen Complex nach den für rhombische Krystalle geltenden Formeln behandeln, indem die Indices p_1, p_2, p_3 , welche auf gewöhnlichem Wege der Formenentwicklung sich ableiten lassen, durch die Zahlen $p_1 \sqrt{a_1}, p_2 \sqrt{a_2}, p_3 \sqrt{a_3}$ ersetzt werden.

Auf diese Weise erhalten wir den allgemeinen Ausdruck für die Tangente zweier beliebiger Flächen (resp. Axen) des Complexes:

$$\text{tang } (pq) = \frac{k \sqrt{r_1^2 a_2 a_3 + r_2^2 a_3 a_1 + r_3^2 a_1 a_2}}{p_1 q_1 a_1 + p_2 q_2 a_2 + p_3 q_3 a_3},$$

wo r_1, r_2, r_3 sich aus der Determinante $\begin{vmatrix} p_1 & p_2 & p_3 \\ q_1 & q_2 & q_3 \end{vmatrix}$ als Teildeterminante derselben auffinden lassen und k der dabei möglicherweise entstehende gemeinschaftliche Factor ist.

Stehen p und q zu einander senkrecht, so können wir sagen, daß p zur Zone q gehört, oder umgekehrt, q zur Zone p . In diesem Falle besteht die Gleichung:

$$p_1 q_1 a_1 + p_2 q_2 a_2 + p_3 q_3 a_3 = 0,$$

und diese ist die Zonengleichung für den Complex allgemeinsten Art. Für den kubischen Complex sind alle drei Zahlen a_1, a_2, a_3 gleich der Einheit, also besteht die bekannte Gleichung:

$$p_1 q_1 + p_2 q_2 + p_3 q_3 = 0.$$

Für den hexagonal-isotropen Complex sind zwei von diesen Zahlen, z. B. a_1 und a_2 , gleich 3, und a_3 gleich 1 zu setzen. Folglich ist die Zonengleichung:

$$3p_1 q_1 + 3p_2 q_2 + p_3 q_3 = 0.$$

Wollen wir einige Beispiele verschiedener Repräsentation des kubischen und des hexagonal-isotropen Complexes betrachten. Zuerst die zweite einfachere Art der Repräsentation.

Der kubische Complex ist am einfachsten durch zwei senkrechte tetragonal-isotrope Zonen zu charakterisieren, also $a_1 = 1, a_2 = 1$ anzunehmen, und dann ist auch $a_3 = 1$. Aber wir können auch $a_1 = 1$ und $a_2 = 2$, oder $a_2 = 5, 10, 13$ u. s. f. annehmen, da diese Zahlen sich auf die Flächen (011), (021), (031), (032) beziehen, welche in dem kubischen Complex der Zone [100] angehören. Auch können wir $a_1 = 2$ und a_2 etwa 1, 2, 3, 6, . . . annehmen, da z. B. zur Zone [011] die Flächen (100), (011), (111), (211) gehören; wir können noch $a_1 = 3$ und a_2 etwa 2, 6, 11, . . . annehmen, da der Zone [111] die Flächen (110), (112), (321) u. s. f. zukommen.

Als Beispiele zweiter Art der Repräsentation können dienen zwei tetragonal-isotrope Zonen mit den Winkeln $70^\circ 34' 44''$, $48^\circ 11' 22''$, $36^\circ 52' 12''$, $28^\circ 4' 20''$, $22^\circ 37' 16''$, $18^\circ 55' 28,8''$, da solche Winkel von (100) resp. mit (122), (212), (430), (15.8.0), (12.5.0), (35.12.0) gebildet werden.

Den hexagonal-isotropen Complex können wir durch zwei senkrechte Zonen mit den Parametern 3 und 3, 3 und 4, 3 und 7, auch 4 und 3, 4 und 15, 4 und 6 u. s. f. repräsentieren, da zu (1000) die Flächen (0121), (010 $\bar{1}$), (0132), und zu (010 $\bar{1}$) die Flächen (1000), (1121), (2121) senkrecht stehen.

Für diesen Complex ist aber auch unter den Repräsentationen zweiter Art noch eine einfachere auszuwählen, z. B. durch zwei tetragonal-isotrope Zonen mit den Winkeln 60° (010 $\bar{1}$ und 0110) oder eine compliciertere mit dem Winkel $75^\circ 34' 21''$ (010 $\bar{1}$ und 2110) oder durch zwei hexagonal-isotrope Zonen mit den Winkeln 60° (0121 und 021 $\bar{1}$), oder $26^\circ 33,9'$ (1000 und 4121) u. s. f.; auch durch eine tetragonal- und eine hexagonal-isotrope Zone mit dem Winkel $30^\circ 0' 0''$ (1000 und 2110 resp. 0121 und 2341) u. s. f.

Aus allem vorhergehenden ist nicht nur klar geworden, daß der kubische und hexagonal-isotrope Complex incommensurabel sind, sondern zugleich, daß unendlich viele isotrope Complexe sui generis existieren, welche sich sämtlich unter einander incommensurabel verhalten.

Dazu ist es z. B. hinreichend, zwei solche senkrechte Zonenachsen auszuwählen, welche weder im kubischen, noch im hexagonal-isotropen zugleich vorhanden oder wenigstens nicht senkrecht sind; jeder Zonenaxe entspricht nur eine bestimmte Reihe von senkrechten Axen.

Wollen wir ein Beispiel solcher Complexe betrachten.

Nehmen wir als den Complex bestimmend zwei senkrechte Zonenachsen mit den Parametern 2 und 7. Dieser Complex kann weder dem kubischen, noch dem hexagonal-isotropen commensurabel sein; dem ersten nicht, weil demselben überhaupt Zonenachsen mit dem Parameter 7 fehlen, dem zweiten nicht, da demselben die Zonenachsen mit dem Parameter 2 fehlen.

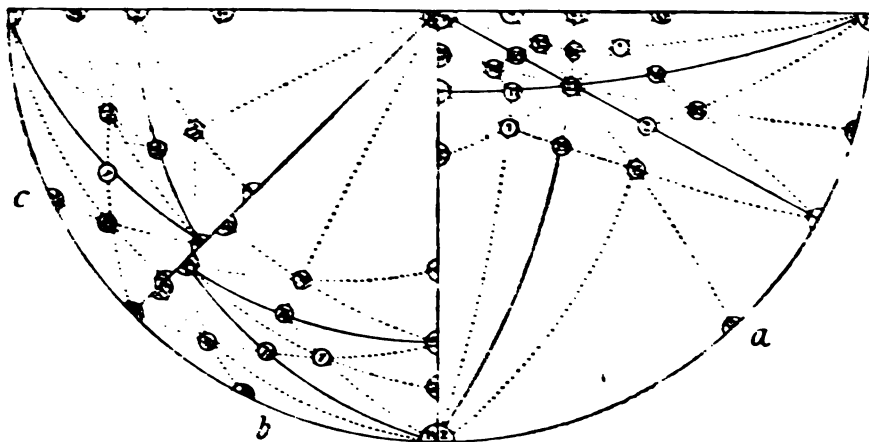
Die erste Entwicklung in II. Periode ist in der Fig. 2a dargestellt. Diese Entwicklung ist aus der Sphärenteilung ersichtlich; anstatt der Indices der zu entwickelnden Flächen, welche irrational sind, sind die Parameter sämtlicher Flächen beider Perioden angezeigt.

Man ersieht sogleich, wie zahlreich schon so einfache Flächen vertreten sind, wie diejenigen mit dem Parameter (1), z. B. die Flächen mit den Indices $\sqrt{2}$, $\sqrt{7}$, 0 (Parameter $2 + 7 = 1 \cdot 3^2$), $\sqrt{2}$, 0, $\sqrt{14}$ (Parameter $2 + 14 = 1 \cdot 4^2$), $3\sqrt{2}$, $\sqrt{7}$, $2\sqrt{14}$ (Parameter $18 + 7 + 56 = 1 \cdot 9^2$), $\sqrt{2}$, $3\sqrt{7}$, $2\sqrt{14}$ (Parameter $2 + 63 + 56 = 1 \cdot 11^2$). Auch ist der Parameter 2 schon wieder in der Fläche $2\sqrt{2}$, $2\sqrt{7}$, $\sqrt{14}$ (Parameter $8 + 28 + 14 = 2 \cdot 5^2$) erschienen. Zugleich sieht man, daß zu der Zonenaxe mit dem Parameter 1 u. a. die Zonenaxe mit dem Parameter 14 senkrecht steht, was natürlich für die Zonen mit dem Parameter 1 und 2 nicht der Fall sein kann (da sonst dieser Complex dem kubischen gleich gewesen wäre).

Dieser Complex ist also demjenigen gleich resp. commensurabel, welcher durch zwei Zonenaxen mit dem Parameter 1 und 14 bestimmt werden kann, also durch die Parameter 1, 14 und 14. Da dem Parameter 1 die Axe zugeordnet ist, welche in dem Complex als vierzählige Symmetrieaxe auftritt, so kann man sagen: würde dieser letzte Complex in natürlichen Krystallen erscheinen (was natürlich nicht der Fall sein kann), so wären die Krystalle als solche der tetragonalen Sygonie zum Vorschein gekommen.

Die Entwicklung dieses Complexes ist in der Fig. 2b angedeutet.

Fig. 2.



In dieser Entwicklung ist schon ersichtlich geworden, daß in der Zonenaxe mit dem Parameter 1 schon diejenige mit dem Parameter 7 senkrecht vorkommt. Demselben Complexe ist also der Complex mit den Parametern 1, 7 und 7 commensurabel.

Diese dritte Entwicklung ist in der Fig. 2c angedeutet. Diese Entwicklung des Complexes ist schon die einfachste unter allen dreien, und, wie man sieht, sind im großen und ganzen die Parameter der ersten zwei Perioden durch geringere Zahlen vertreten!).

1. Die Aufstellung jedes neuen zu früheren incommensurablen Complexes führt zur Entdeckung unendlich vieler Sätze, betreffend die Relationen der Zonenaxen zur Zonefläche aller Complexes, indem alle Parameter, welche wir in einer Zone in ihren Flächen auffinden, sich kein einziges Mal in allen übrigen Complexen wiederholen, in welchen solche Zonenaxen vertreten sind.

Z. B. die Aufstellung des eben besprochenen Complexes führt zu folgenden Sätzen: Weder im kubischen, noch im hexagonal-isotropen Complex sind in tetragonal-isotropen Zonen die Flächen mit den Parametern 7, 14, 35, 70, ... möglich. Auch im kubischen Complex sind in der Zone mit dem Parameter 14 z. B. 312° die Flächen mit den Parametern 1, 2, 7, 15, 30, 57, ... unmöglich; und in dem hexagonal-isotropen Complex in der Zone mit dem Parameter 7 z. B. 1110° die Flächen 1, 2, 14,

Bei den angenommenen Entwicklungsformen der Complexe sind aber sämtliche Flächen durch fast lauter irrationale Indices ausgezeichnet (als Ausnahme erscheint in den beiden letzteren Repräsentationen die Fläche 004). Aber es ist sehr gut möglich, die Flächen jeder der unendlichen Reihe von Complexen durch lauter rationale Indices auszuzeichnen.

Dazu ist notwendig, als krystallographische Axen mit gleichen Axeneinheiten drei Zonenaxen anzunehmen, welchen gleiche Parameter zukommen. Das ist auch für den kubischen Complex der Fall, da allen seinen drei Zonenaxen der Parameter 4 zukommt. Wenn aber in dem kubischen Complex (in einfachster Repräsentation) solche drei Axen unter einander senkrecht stehen, so ist dies für die übrigen Complexe keineswegs der Fall, denn nehmen wir wirklich drei senkrechte krystallographische Axen mit gleichen Axeneinheiten, so ist die directe Folgerung dieser Annahme, daß allen drei Axen, als Zonenaxen, der Parameter 4 zukommt. Die Sache ändert sich nicht, wenn wir den drei Axeneinheiten nicht gleiche, sondern überhaupt rationale Längen zuerteilen; der Complex bleibt dann derselbe, d. h. der kubische. Alles dies sind die dem kubischen, und diesem allein zukommenden Eigenschaften, durch welche sie denselben charakterisieren können.

In allen übrigen Complexen stehen die Zonenaxen mit gleichen Parametern und Axeneinheiten keineswegs unter einander senkrecht. Trotzdem werden in sämtlichen isotropen Complexen durch solche Repräsentation die Flächen rational ausgedrückt. Dies ist daraus ersichtlich, daß der gleiche irrationale Factor aller drei Indices sämtlicher Complexflächen stets der gemeinschaftliche wird und also beseitigt werden kann.

Wie oben bewiesen wurde, sind die Bisectricen zwischen je zwei krystallographischen Axen auch solche rationaler Zonenaxen des Complexes.

Durch drei Axen werden direct auch drei durch diese Axen hindurchgehende Complexflächen bestimmt. Obgleich diese Winkel den betreffenden Axen zugeordnet sind, indem dieselben zu möglichen Zonenwinkeln dieser Axen gehören, so können dieselben ungleich sein, was sogar als der allgemeine Fall betrachtet werden kann. Nur der rechte Winkel kann stets vertreten sein, aber höchstens in der Anzahl zwei.

Drei gegebene Axen bestimmen ein Trigonoëder, welches als ein centrales Trigonoëder eines mesosphärischen trigonalen Isoëders betrachtet werden kann, indem sämtliche dreiseitige Flächen dieses Polyëders unter einander (also die Flächen eines Isoëders und zwar eines trigonalen darstellen) und der Einheitsfläche (d. h. der Fläche, welche durch gleiche

14, 22, 29, 30, 58, 113, ... unmöglich. Ebenfalls sind in der Zone mit dem Parameter 2 (z. B. 110) des kubischen Krystalles die Flächen mit den Parametern 7, 14, 21, 42, ... unmöglich.

Axeneinheiten auf allen drei Axen bestimmt wird) gleich sind. Das Polyëder ist ein mesosphärisches, da seine Flächen zwei concentrischen Kugeln zugleich um- und eingeschrieben sind. Daß das Polyëder ein Isoëder ist, folgt daraus, daß alle drei Flächen des Trigonoëders Symmetrieebenen des Complexes sind. Wenn aber, wie dies im allgemeinen der Fall ist, die inneren Winkel des Trigonoëders irrationale sind, so kommt dem Polyëder eine unendliche Anzahl gleicher Flächen zu, welche sogar unendliche mal die Kugel umfassen würde. Das Isoëder ist also von unendlich großem Grade ¹⁾).

Ganz besondere Complexe entstehen, wenn diese Isoëder von einer endlichen Anzahl der Flächen sind und zugleich zu den Polyëdern des I. Grades gehören. Dies ist der Fall, wenn alle drei inneren Winkel rationale sind, also die Axen des Trigonoëders Symmetrieebenen des Complexes sind, deren Zähligkeit mehr als 2 betragen kann.

Da aber in isotropen Complexen überhaupt als solche Axen nur 3-, 6- und 4-zählige Symmetrieebenen auftreten können mit den respectiven Parametern 3 und 4, so gehören hierzu nur zwei Hauptfälle.

1. Der Parameter der Axen ist gleich 4, und die inneren Winkel des centralen Trigonoëders sind entweder 90° oder 45° .

Nun ist leicht zu beweisen, daß in diesem Falle keiner der drei Winkel gleich 45° sein kann.

Die Annahme, daß alle drei Winkel gleich 45° sind, ist einfach aus dem Grunde unmöglich, weil dann die Summe der inneren Winkel des Trigonoëders (also zugleich des zugeordneten sphärischen Dreiecks) 135° , also weniger als 180° , betragen würde. Sind zwei Winkel von der Größe 45° und nur der dritte ein rechter, so hätten wir für diese Summe 180° , und das Trigonoëder selbst (resp. das sphärische Dreieck) wäre gleich Null. Wenn endlich nur ein Winkel 45° beträgt, und beide andere rechte sind, so ist leicht zu beweisen, daß alle drei Parameter nicht gleich 4 sein können, sondern einer von den dreien gleich 2 wäre. Somit gehört hierzu der kubische Complex allein mit drei rechten Winkeln (das zugeordnete mesosphärische Isoëder ist das Oktaëder).

2. Der Parameter der Axen ist gleich 3, und die inneren Winkel sind entweder 30° , 60° , 90° oder 120° .

Die Combinationen von a) 30° , 30° und 30° , b) 30° , 30° , 60° , c) 30° , 90° und 90° , d) 30° , 30° , 120° , e) 30° , 60° , 60° , f) 30° , 60° , 90° sind von vornherein ausgeschlossen, natürlich auch g) 90° , 90° , 90° und h) 120° , 120° und 120° .

Überhaupt sind aus allen denkbaren Combinationen nur diejenigen

1) Über die Polyëder von höherem Grade ist im Abschnitt V der »Elemente der Gestaltenlehre« die Rede (Ref. in dieser Zeitschr. 21, 693).

zulässig, welche einem trigonalen mesosphärischen Isoëder mit 3- resp. 6-zähliger Symmetrieaxe entsprechen. Nun wurde vom Verfasser schon früher bewiesen, daß hierzu allein mesosphärische hexagonale und trigonale Bipyramiden gehören¹⁾, und diesen Isoëdern entsprechen die betreffenden inneren Winkel 60° , 90° , 90° resp. 120° , 90° , 90° .

Z. B. die mögliche Combination 120° , 60° und 60° würde den kubischen Complex charakterisiert haben, in dem als Axen $[111]$, $[\bar{1}\bar{1}1]$, $[\bar{1}1\bar{1}]$ ausgewählt würden. Aber doch würde diese Combination unzulässig, da derselben kein mesosphärisches Isoëder überhaupt entspricht, a fortiori dasjenige, welches 3- resp. 6-zählige Symmetrieaxe besitzen würde.

Nun aber ist dieser, die Ableitung abschließende Fall der des hexagonal-isotropen Complexes, in dem als Axen die Axen $[1000]$, $[01\bar{2}1]$ und $[021\bar{1}]$ resp. $[1000]$, $[021\bar{1}]$, $[0\bar{1}12]$ angenommen werden, alle drei hexagonal-isotrope, d. h. mit dem Parameter 3; von diesen beiden Combinationen entspricht die erste der Grothschen und die zweite der Bravais'schen Aufstellung der Complexe (in gewöhnlichen Grothschen Indices).

Also unter allen denkbaren Complexen sind nur zwei durch das Vorhandensein von mehr als 2-zähligen Symmetrieaxen und zugleich durch rationalen Ausdruck sämtlicher Flächen ausgezeichnet: der kubische und der hexagonal-isotrope. Die Eigenschaften dieses letzteren Complexes wurden schon umständlich genug in der Arbeit »Zonale Verhältnisse des Berylls und der Krystalle des hypohexagonalen Typus überhaupt«²⁾ untersucht.

Charakteristisch ist auch, daß die beiden besonderen Complexe durch sämtliche Combinationen der zu einander senkrechten tetragonal- resp. hexagonal-isotropen Zonenaxen charakterisiert werden können. Solcher Combinationen sind nur folgende möglich: 1) 4 und 4, 2) 4 und 6, 3) 6 und 6. Die erste Combination charakterisiert den kubischen und die beiden anderen den hexagonal-isotropen Complex. Daraus entstehen zwei mögliche Combinationen von drei senkrechten Zonenaxen: 1) mit den Parametern 4, 4 und 4 (kubischer Complex) und 2) 4, 3 und 3 (hexagonal-isotroper Complex).

Zum Schluß suchen wir die zulässigen Aufstellungen und die zugeordneten Zonengleichungen für den hexagonal-isotropen Complex auf.

Bei der ersten der zwei obigen Auffassungen wird eine der hexagonal-isotropen Axen (natürlich gleichgültig, welche von beiden) als 6-zählige Symmetrieaxe aufgefaßt, und als Einheitsfläche erscheint die Fläche (1110) , welche zur Hauptaxe unter dem Winkel $49^\circ 6' 24''$ geneigt ist, wo der

1) Über mesosphärische Polyeder. Mémoires de l'Académie Impériale des Sciences de St. Petersbourg, Série VIII, XIV, No. 4, p. 42. Ausführlicher Bulletin 21, Nr. 4.

2) Diese Zeitschr. 35, 75 ff.

erste Index sich auf die Hauptaxe bezieht und die horizontalen Axen der Reihe nach unter 60° gedacht werden (und zwar $02\bar{1}\bar{1}$, $012\bar{1}$, $0\bar{1}12$). Es erweist sich leicht, daß unter den vier Indices p_0, p_1, p_2, p_3 , welche sich auf diese vier Axen beziehen, die Relation besteht: $p_3 = p_2 - p_1$.

Um daraus die Zonengleichung abzuleiten, suchen wir zuerst die Transformationsformeln in bezug auf die Aufstellung g_1, g_2, g_3 mit drei senkrechten Axen; es seien:

$$\begin{array}{rcccc} g & 100 & 010 & 001 & 111 \\ p & 1000 & 0121 & 010\bar{1} & 1110. \end{array}$$

Dann haben wir:

$$p_0 : p_1 : p_2 : p_3 = 2g_1 : g_2 + g_3 : 2g_2 : g_2 - g_3, \quad (a)$$

und umgekehrt:

$$g_1 : g_2 : g_3 = p_0 : p_2 : 2p_1 - p_2. \quad (b)$$

Führen wir diese letzten Werte in die hierzu gehörende allgemeine Formel (G') ein, so finden wir:

$$\begin{aligned} 3p_0q_0 + 3p_2q_2 + (2p_1 - p_2)(2q_1 - q_2) &= 0 \text{ resp.} \\ 3p_0q_0 + \frac{1}{2}p_1q_1 + \frac{1}{2}p_2q_2 - 2p_1q_2 - 2q_1p_2 &= 0. \end{aligned} \quad (c)$$

Das ist die schon bekannte Zonengleichung für die erste Auffassung und Aufstellung¹⁾.

Bei der zweiten Auffassung wird eine der hexagonal-isotropen Axen als dreizählige Symmetrieaxe des Krystalles genommen, da dabei die mesosphärisch-trigonale Bipyramide der Auffassung zugrunde liegt. Als Einheitsfläche erscheint diejenige mit den Indices $(111\bar{2})$, welche zur Hauptaxe unter dem Winkel $63^\circ 26' 6''$ geneigt ist, wobei der erste Index sich auf die Hauptaxe bezieht und die horizontalen Axen der Reihe nach unter 120° gedacht werden (und zwar $02\bar{1}\bar{1}$, $0\bar{1}2\bar{1}$ und $0\bar{1}\bar{1}2$). Es erweist sich leicht, daß unter den vier Indices p_0, p_1, p_2, p_3 , welche sich auf diese vier Axen beziehen, die Relation $p_1 + p_2 + p_3 = 0$ besteht.

Um daraus die Zonengleichung abzuleiten, suchen wir zuerst die Transformationsformeln in bezug auf die Aufstellung g_1, g_2, g_3 mit drei senkrechten Axen; es seien

$$\begin{array}{rcccc} g & 100 & 010 & 001 & 111 \\ p & 1000 & 02\bar{1}\bar{1} & 001\bar{1} & 110\bar{1}. \end{array}$$

Dann haben wir:

$$p_0 : p_1 : p_2 : p_3 = 2g_1 : 2g_2 : -g_2 + g_3 : -g_2 - g_3,$$

und umgekehrt:

$$g_1 : g_2 : g_3 = p_0 : p_1 : p_1 + 2p_2.$$

Führen wir diese letzten Werte in die hierzu gehörende allgemeine Formel (G') ein, so finden wir:

1) Cursus der Krystallographie 3. Aufl., 1904, S. 448.

$$3p_0q_0 + 3p_1q_1 + (p_1 + 2p_2)(q_1 + 2q_2) = 0$$

resp. $3p_0q_0 + 4p_1q_1 + 4p_2q_2 + 2p_1q_2 + 2p_2q_1 = 0. \quad (c')$

Die Zonengleichung (c) bezieht sich also auf die Grothsche und (c') auf die Bravaissche Aufstellung.

Nimmt man in den Formeln die Indices p und q gleich, so erhält man die Parameter, und zwar

bei der ersten Aufstellung: $P = 3p_0^2 + 4p_1^2 + 4p_2^2 - 4p_1p_2, \quad (d)$

- - zweiten - $P = 3p_0^2 + 4p_1^2 + 4p_2^2 + 4p_1p_2. \quad (d')$

Den beiden Formeln (c) und (c') kann man dieselbe Form zuerteilen, wie der Zonenformel für den kubischen Complex, d. h.

$$p_0q_0 + p_1q_1 + p_2q_2 = 0 \quad \text{resp.} \quad p_0q_0 + p_1q_1 + p_2q_2 = 0, \quad (e)$$

wenn unter p und q die Subindices verstanden werden. Und dann erhalten wir für diese Subindices die Formeln:

bei der ersten Aufstellung:

$$q_0 : q_1 : q_2 : q_3 = 3q_0 : 4q_1 - 2q_2 : -2q_1 + 4q_2 : 6q_1 + 6q_2 \quad (e)$$

und umgekehrt: $q_0 : q_1 : q_2 : q_3 = 2q_0 : 2q_1 + q_2 : q_1 + 2q_2 : -q_1 + q_2; \quad (f)$

bei der zweiten Aufstellung:

$$q_0 : q_1 : q_2 : q_3 = 3q_0 : 4q_1 + 2q_2 : 2q_1 + 4q_2 : -6q_1 + 6q_2 \quad (e')$$

und umgekehrt: $q_0 : q_1 : q_2 : q_3 = 2q_0 : 2q_1 - q_2 : -q_1 + 2q_2 : -q_1 - q_2. \quad (f')$

Also z. B., um die Zone zu bestimmen, welche bei der ersten Aufstellung durch die Flächen (1110) und (1011) hindurchgeht, haben wir:

$$q_0 : q_1 : q_2 = \begin{array}{cccc} 1 & 1 & 1 & 1 \\ & \times & \times & \times \\ 1 & 0 & 1 & 0 \end{array} = 10\bar{1}$$

und $q_0 : q_1 : q_2 = 2 \cdot 1 : 2 \cdot 0 + 1 \cdot \bar{1} : 1 \cdot 0 + 2 \cdot \bar{1} = 2 : \bar{1} : \bar{2}.$

Um bei der zweiten Aufstellung die Zone zu bestimmen, welche durch die Flächen (110 $\bar{1}$) und (101 $\bar{1}$) hindurchgeht, haben wir:

$$q_0 : q_1 : q_2 = \begin{array}{cccc} 1 & 1 & 0 & 1 \\ & \times & \times & \times \\ 1 & 0 & 1 & 0 \end{array} = 1\bar{1}\bar{1}$$

und $q_0 : q_1 : q_2 = 2 \cdot 1 : 2 \cdot \bar{1} - 1 \cdot \bar{1} : -1 \cdot \bar{1} + 2 \cdot \bar{1} = 2 : \bar{1} : \bar{1}.$

Das Hauptresultat dieser Arbeit ist der Schluß, daß auch vom Standpunkte der reinen Syngonielehre wir zu derselben Haupteinteilung des Krystallreiches in zwei Typen gelangen, deren typische Vertreter die isotropen Complexe sind, der kubische und der hexagonale, wie dies aus der Theorie der Krystallstructur sich erwies. Durch Anwendung der Methode der zonalen Krystallographie wurde derselbe Schluß auf directe Erfahrung gestützt.

XVI. Über die krystallonomische Symmetrie von stellungsisomeren Toluolderivaten.

Von

F. M. Jaeger in Zaandam (Holland).

(Mit 7 Textfiguren.)

In einer größeren Untersuchung über den Zusammenhang zwischen molekularer und krystallographischer Symmetrie bei stellungsisomeren Benzolabkömmlingen habe ich die Formverwandtschaft der sechs isomeren Tribromtoluole und ihre gegenseitige Beeinflussung in binären flüssigen Mischungen behandelt¹⁾.

Es wurde u. a. damals gezeigt, daß unter diesen isomeren Körpern das 1-2-4-6- und das 1-2-3-5-Derivat eine an Identität grenzende Isomorphie zeigen und eine ununterbrochene Reihe von Mischkrystallen zu liefern vermögen; die binäre Schmelzcurve der beiden Verbindungen zeigt obendrein den besonderen Fall eines absoluten Maximums.

Ich habe bei jener Gelegenheit zur Erklärung der analogen molekularen Structur der zwei genannten Substanzen hingewiesen auf die Analogie der (CH_3)-Gruppe und des *Br*-Atoms in räumlicher Hinsicht, wenn dieselben sich in Orthostellung zu einander befinden, wie sie z. B. auch aus V. Meyers Versuchen über sterische Hemmungen hervorgeht.

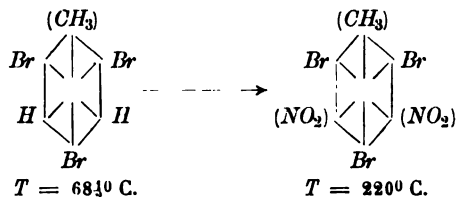
Man kann sich die Frage stellen, wie es in beiden Molekülen sein wird mit der Substituierbarkeit der zwei noch disponiblen Wasserstoffatome des Kernes, und in welcher Weise sich die Substitution durch zwei identische Substituenten in krystallonomischer Hinsicht offenbaren wird. Je näher

1) F. M. Jaeger, Kristallografische en moleculaire Symmetrie van plaatsings-isomere Benzolderivaten; Leiden 1903. Diese Zeitschr. **38**, 555 und 1904, **39**, 470. Verslagen Kon. Akadem. van Wetensch. Amsterdam, December 1903, S. 584; vergl. auch: Bakhuis-Roozeboom, Die heterogenen Gleichgewichte, 1904, 2. Abteil., S. 264, 281.

nämlich in räumlicher Function die (CH_3) -Gruppe und das Br -Atom einander stehen, um so gleichartiger müssen sich dann auch die genannten H -Atome manifestieren.

Als außerordentlich merkwürdig ist deshalb die Tatsache hervorzuheben, daß in bezug auf die Substituierbarkeit durch die schwach-morphotropische (NO_2) -Gruppe sich die beiden H -Atome wirklich vollkommen identisch verhalten, und, was noch viel interessanter ist, daß jene Substitution die molekulare Symmetrie der beiden Tribromtoluole nicht merklich ändert, so daß die Isomorphie der ursprünglichen Substanzen bei den Substitutionsproducten beibehalten bleibt.

Nitriert man das 1-2-4-6-Tribromtoluol mit roter, rauchender Salpetersäure (vom spec. Gew. 1,516 bei 16° C.), so erhält man sofort ein aus Benzol prachtvoll krystallisierendes Dinitroproduct vom Schmelzpunkte 220° C., wie schon von Nevile und Winther¹⁾ bewiesen wurde:



Die beiden H -Atome erscheinen hier also gleichwertig, wie dies auch aus der symmetrischen Structur des Tribromtoluols von vornherein hervorzugehen scheinen dürfte. Zwar behauptete Wroblewsky²⁾, früher auch ein Mono-Nitroderivat erhalten zu haben; aber der Schmelzpunkt weicht nur wenig von dem des Dinitroderivats ab, und es ist mir, nach mehreren Versuchen, niemals gelungen, etwas anderes als ein Dinitroproduct zu erhalten.

Die Formel des 1-2-3-5-Tribromtoluols gibt nicht ohne weiteres Veranlassung, die ausschließliche Bildung eines Dinitrokörpers zu vermuten. Die früher entdeckte krystallonomische Analogie mit dem vorigen Derivat — und die sterische Deutung desselben — läßt aber die chemische Übereinstimmung mit dem 1-2-4-6-Derivat auch jetzt plausibel erscheinen.

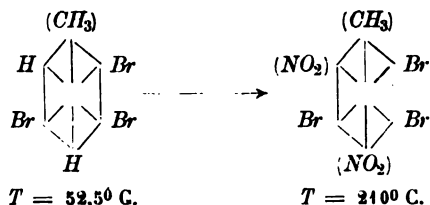
Das Experiment hat wirklich gänzlich in diesem Sinne entschieden; es wird auch hier tatsächlich nur ein Dinitroproduct mit dem Schmelzpunkte 210° C. gebildet, das sich in jeder Hinsicht vollkommen dem oben genannten Körper anschließt.

Nach Nitration mittels roter rauchender Salpetersäure unter Abkühlung in kaltem Wasser, Ausgießen des Reactionsproductes in Eiswasser und

1) Nevile und Winther, Journ. Chemic. Soc. **37**, 438; Ber. d. d. chem. Ges. **13**, 974.

2) Wroblewsky, Liebigs Ann. der Chem. **168**, 447.

Umkristallisieren aus Benzol bekommt man auch diese Verbindung in prachtvollen, großen, farblosen Krystallen:



Wie die beiden bezüglichen Tribromtoluole sind nun diese Substitutionsderivate wieder völlig isomorph und gleichen einander durch eine eigentümliche Zwillingsbildung so sehr, daß sie beim bloßen Aussehen nicht von einander zu unterscheiden sind.

a. Das 3-5-Dinitro-2-4-6-Tribromtoluol

$C_6 \cdot Br_{(6)} \cdot Br_{(4)} \cdot Br_{(2)} \cdot (NO_2)_{(5)} \cdot (NO_2)_{(3)} \cdot (CH_3)_{(1)}$. Schmelzpunkt 220°C .

Aus Benzol krystallisiert die Verbindung in großen, anscheinend quadratischen, farblosen Krystallen, welche fast alle Zwillinge sind, wie es ein sehr feiner Diagonalstreifen auf zwei der breitesten Auflageflächen sofort erkennen läßt. Auch bekommt man wohl nadelförmige oder sehr langgestreckte, säulenförmige Krystalle. Die Facetten sind öfters geknickt und liefern mehrfache Reflexe; auch zeigen die weichen Krystalle mehrmals gekrümmte Flächen und sind in der Prismenzone oft von Vicinalformen begrenzt. Durch diese Eigentümlichkeiten wird die krystallographische Untersuchung sehr erschwert; es gelang mir aber auch einige Male, sehr scharf reflectierende Krystalle zu erhalten, welche ziemlich genaue Messungen erlaubten.

Als Mittel sehr vieler genauer Messungen wurde für das Axenverhältnis der monoklin-prismatischen Krystalle folgender Wert erhalten:

$$a:b:c = 0,5247 : 1 : 0,7803; \quad \beta = 85^\circ 12'.$$

Die beobachteten Formen sind: $m\{110\}$ und $n\{120\}$, breit und glänzend; $a\{100\}$ und $l\{130\}$, sehr schmal; a ist vielfach trübe und matt; $b\{040\}$, etwas breiter, fehlt aber meistens; $c\{001\}$, groß und sehr stark glänzend; $r\{101\}$, gut entwickelt und glänzend; $t\{104\}$, schmaler, fehlt öfters; $o\{112\}$, meist schmal und matt, bisweilen auch breiter und besser spiegelnd; $s\{132\}$, groß und glänzend, aber fast immer mit nur zwei parallelen Flächen vorhanden.

Es kommen selten Combinationen aller Formen gleichzeitig vor. Meist solche mit: m, p, c und r ; m, p, b, c, r, t, o und s ; m, p, a, b und c usw. Die typischen Ausbildungsweisen sind in den Figg. 1, 2 und 3 gegeben.

Die besser ausgebildeten Krystalle zeigen sehr constante Winkelwerte und ungemein scharfe Reflexe. Die Substanz besitzt eine ausgesprochene Tendenz zur Zwillingbildung; die Zwillingfläche ist $\{102\}$ mit dazu normaler Zwillingssaxe; diese Zwillinge (Fig. 3) zeigen oft auch $\{010\}$ relativ

Fig. 1.

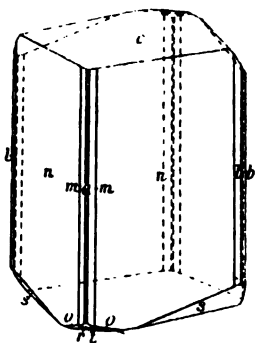


Fig. 2.

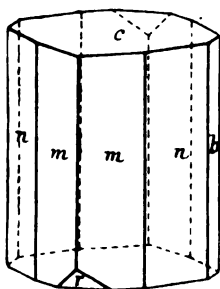
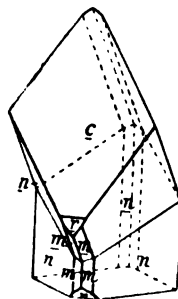


Fig. 3.



breit entwickelt. Auf n ist eine feine Streifung parallel der Verticalaxe vorhanden; in der Verticalzone sind die geometrischen Störungen am bedeutendsten.

Die Winkelwerte sind hier zusammengestellt in folgender Tabelle:

	Gemessen:	Berechnet:
$m : m = (110) : (\bar{1}\bar{1}0) =$	$*54^{\circ}56\frac{1}{2}'$	—
$m : a = (110) : (100)$	$27^{\circ}28\frac{1}{4}'$	$27^{\circ}28\frac{1}{4}'$
$m : r = (110) : (\bar{1}01)$	$43^{\circ}20'$	$43^{\circ}13'$
$c : r = (001) : (\bar{1}01)$	$*59^{\circ}39'$	—
$r : a = (\bar{1}01) : (\bar{1}00)$	$35^{\circ}20'$	$35^{\circ}33'$
$c : a = (001) : (100)$	$85^{\circ}15'$	$85^{\circ}12'$
$c : m = (001) : (110)$	$*85^{\circ}44\frac{1}{2}'$	—
$c : n = (001) : (120)$	$86^{\circ}40'$	$86^{\circ}36'$
$c : l = (001) : (130)$	$87^{\circ}30'$	$87^{\circ}25'$
$c : b = (001) : (010)$	$89^{\circ}58'$	$90^{\circ}0'$
$n : l = (120) : (130)$	$41^{\circ}12'$	$41^{\circ}13'$
$m : n = (110) : (120)$	$18^{\circ}35'$	$18^{\circ}39'$
$n : r = (\bar{1}20) : (\bar{1}01)$	$55^{\circ}25'$	$55^{\circ}29'$
$c : t = (001) : (\bar{1}01)$	$21^{\circ}12'$	$21^{\circ}2'$
$c : o = (001) : (\bar{1}12)$	$44^{\circ}52\frac{1}{2}'$	$44^{\circ}52'$
$c : s = (001) : (\bar{1}32)$	$55^{\circ}49'$	$55^{\circ}54'$
$m : s = (\bar{1}\bar{1}0) : (\bar{1}32)$	$47^{\circ}36\frac{1}{2}'$	$47^{\circ}35\frac{1}{2}'$

Eine deutliche Spaltbarkeit ist nicht vorhanden.

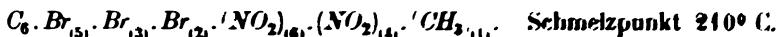
Auf c , r und a ist die Auslöschung senkrecht zur Orthodiagonale

orientiert; die symmetrische Auslöschungsschiefe zur Prismenkante beträgt auf m circa 23° . Ein Axenbild war nicht zu beobachten.

Das spezifische Gewicht der Krystalle wurde bestimmt zu 2,456 bei 15°C. ; das Äquivalentvolum ist mithin $= 170,6$ und die topischen Axen gestalten sich zu:

$$\chi : \psi : \omega = 3,9087 : 7,4924 : 5,8464.$$

b. Das 4-6-Dinitro-2-3-5-Tribromtoluol



Aus Benzol krystallisiert der Körper in sehr großen, farblosen, scheinbar quadratischen Krystallen, welche alle Zwillinge sind von vollkommen gleichem Aussehen wie die der vorigen Verbindung.

Die durch Knickung und Krümmung der Flächen verursachten Anomalien in geometrischer Hinsicht sind beträchtlicher, als im vorigen Falle, und auch der Reichtum an Combinationsformen ist kleiner als dort. Aus Äther und Aceton erhielt ich aber, neben Zwillingen, auch Einzelkrystalle in Nadelform, welche zur Messung besser geeignet waren.

Monoklin-prismatisch.

Das Axenverhältnis lautet:

$$a : b : c = 0,5392 : 1 : 0,7574; \quad \beta = 86^\circ 28'.$$

Beobachtete Formen sind: $m\{110\}$ und $n\{120\}$, beide breit und glänzend; $c\{001\}$, sehr stark glänzend und breit entwickelt; $r\{101\}$, kleiner, aber gut meßbar; $b\{010\}$, schmal und öfters gänzlich fehlend.

Die Winkelwerte sind in folgender Tabelle zusammengestellt.

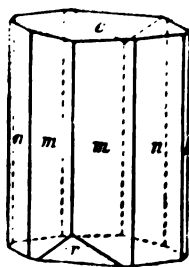
	Gemessen:	Berechnet:
$n : n = (120) : (1\bar{2}0) =$	$94^\circ 43'$	—
$n : c = (120) : (001)$	$87^\circ 35\frac{1}{2}'$	—
$n : r = (120) : (101)$	$56^\circ 53\frac{1}{2}'$	—
$n : m = (120) : (110)$	$18^\circ 50'$	$18^\circ 49'$
$m : m = (110) : (1\bar{1}0)$	$56^\circ 54'$	$56^\circ 36'$
$m : r = (110) : (101)$	$44^\circ 57'$	$45^\circ 2'$
$c : r = (001) : (101)$	$57^\circ 6'$	$56^\circ 55'$
$m : c = (110) : (001)$	$86^\circ 59'$	$86^\circ 52\frac{1}{2}'$

Es wurde eine deutliche Spaltbarkeit nicht gefunden.

Die Zwillinge haben $\{102\}$ als Zwillingfläche, mit dazu normaler Zwillingssaxe; Einzelkrystalle sind selten.

Auch hier zeigt n eine Streifung parallel der Prismenkante, also symmetrisch zum Zwillingsschnitt.

Fig. 4.



Das spezifische Gewicht wurde bestimmt zu 2,465 bei 16° C.; das Äquivalentvolum ist daher 169,98 und es werden die topischen Axen berechnet zu:

$$\chi : \psi : \omega = 4,0286 : 7,4713 : 5,6580.$$

Die Substanz ist mit der vorigen vollständig isomorph.

Selbstverständlich habe ich auch hier den Versuch gemacht, das Verhalten der beiden isomorphen Verbindungen im Flüssigkeitszustande zu studieren.

Die Untersuchung mußte aber bald aufgegeben werden, weil die binären Mischungen in der Nähe der bezüglichen Schmelztemperaturen unter starker Braunfärbung und reichlicher Gasentwicklung zersetzt werden; die bezüglichen Temperaturen liegen zwischen 210° C. und 220° C.

Je mehr der höchst schmelzenden Verbindung das Gemisch enthält, um so schneller erfolgt die Zersetzung, und so war es nur möglich, die Schmelzpunkte zu bestimmen von Mischungen von 0% bis 44½% des 1-2-4-6-Tribromderivates; das letztgenannte Gemisch schmolz bei 244° C., die übrigen zwischen 210° und 244° C.

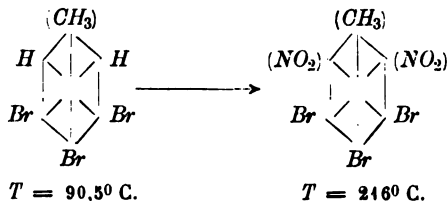
Es liegt hier also tatsächlich wohl wiederum eine continuierliche Schmelzcurve vor, also eine lückenlose Mischungsreihe; ob es sich hier wieder um ein absolutes Maximum der Curve handelt, war nicht festzustellen; es scheint aber, daß das gegenseitige Verhältnis der zwei isomorphen Dinitroproducte dem der Tribromtoluole selbst völlig analog ist.

Aus gemischten Lösungen der beiden Componenten werden große, krummflächige Mischkrystalle erhalten, welche für die Messung nicht brauchbar sind. Sie zeigen nur {110}, {120} und {001} und stellen Zwillinge vom oben genannten Typus dar.

c. Das 2-6-Dinitro-3-4-5-Tribromtoluol

$C_6 \cdot Br_{(5)} \cdot Br_{(4)} \cdot Br_{(3)} \cdot (NO_2)_{(6)} \cdot (NO_2)_{(2)} \cdot (CH_3)_{(1)}$. Schmelzpunkt 246° C.

Nitriert man das tetragonale 1-3-4-5-Tribromtoluol vom Schmelzpunkte 90,5° C. in derselben Weise wie die beiden oben beschriebenen Derivate, so erhält man ein bei 246° C. schmelzendes, schön krystallisierendes Dinitroderivat:



Aus Benzol umkrystallisiert zeigt die Substanz platte, quadratisch umgrenzte Krystalle, welche anscheinend tetragonale Symmetrie besitzen, was bei der bekannten, schwach morphotropischen Wirkung der (NO_2)-Gruppe allerdings zu erwarten wäre.

Die Untersuchung ergab aber bald, daß die Symmetrie nicht tetragonal ist, und zwar meinte ich erst, hier eine monokline Verbindung zu erkennen, — jedenfalls mit nicht unbeträchtlichen geometrischen Störungen, — aber doch in genügender Weise die nötigen Winkelwerte zeigend. Auch dieses wäre in Übereinstimmung gewesen mit allem, was ich damals über Formverwandtschaft von tetragonalen und monoklinen Krystallen hervor gehoben habe ¹⁾.

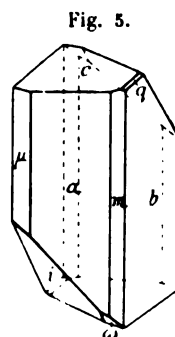
Ich habe erst nach längerem Zweifel auch diesen Gedanken verworfen, insbesondere, weil die Messung einer sehr großen Anzahl von Krystallen mich lehrte, daß auch hier infolge der Weichheit des Materials ziemlich große Anomalien der Winkelwerte auftreten können und die Parameter der Verbindung, bei Annahme der monoklinen Symmetrie, in eine Form zu bringen sind, welche eine an Identität grenzende Analogie mit jenen der beiden vorigen Derivate zeigen würden.

Aber die Abweichungen der Winkelwerte erschienen so systematisch, daß an der triklinen Symmetrie dieser Krystalle gar nicht mehr gezweifelt werden konnte, freilich mit monokliner Grenzform. Späterhin habe ich dann auch in optischer Hinsicht sehr kleine Abweichungen der Orientierung constatieren können, welche nur mit trikliner Symmetrie in Einklang zu bringen sind.

Es ist dadurch erst ein recht deutliches Beispiel gewonnen für die Tatsache, daß die »morphotropische Kraft« eines Substituenten gar keine »spezifische« Eigenschaft dieses Substituenten ist, sondern nur eine relative, welche u. a. in hohem Grade von der Symmetrie des zu substituierenden Moleküls abhängig ist.

Denn obgleich die Formverwandtschaft hier durch das Auftreten einer pseudo-monoklinen Grenzform jedenfalls leicht erkennbar ist, so ist die Deformierung des ursprünglichen Moleküls durch den Eintritt der zwei (NO_2)-Gruppen viel größer, als bei den zwei anderen, chemisch vollkommen analogen Tribromtoluolen.

Die Krystalle des 2-6-Dinitro-3-4-5-Tribromtoluols sind in der Fig. 5 wiedergegeben, wie sie aus einem Gemisch von Schwefelkohlenstoff und Benzol erhalten werden. Aus Benzol allein bekommt man quadratisch-umgrenzte, nach a abgeplattete Krystalle.



¹⁾ loc. cit. S. 455, 456; diese Zeitschr. 38, 576.

Die Symmetrie ist triklin-pinakoidal; das Axenverhältnis wird berechnet zu:

$$a : b : c = 0,5322 : 1 : 0,9584.$$

$$\begin{array}{ll} \alpha = 88^{\circ} 21' & A = 88^{\circ} 26' \\ \beta = 95 \quad 4 & B = 95 \quad 2 \\ \gamma = 90 \quad 58 & C = 90 \quad 50 \end{array}$$

Beobachtete Formen sind: $a\{100\}$ und $b\{010\}$, gleich stark ausgebildet, a glänzt meist besser als b ; $c\{001\}$, stark spiegelnd; $i\{\bar{1}22\}$, gut entwickelt und glänzend; $\omega\{\bar{1}12\}$, kleiner als i , aber scharf reflectierend; $q\{012\}$, klein und untergeordnet; $\mu\{1\bar{1}0\}$, schmal, breiter als $m\{110\}$, welche Form öfters nur eine einzige Fläche zeigt; $s\{\bar{3}44\}$, sehr schmal und schlecht meßbar.

Die bezüglichen Winkelwerte sind im folgenden zusammengestellt.

	Gemessen:	Berechnet:
$a : b = (100) : (010) =$	$*89^{\circ} 40'$	—
$a : c = (100) : (001)$	$*84 \quad 58$	—
$b : c = (010) : (001)$	$*91 \quad 34$	—
$i : a = (\bar{1}22) : (\bar{1}00)$	$*59 \quad 35$	—
$i : c = (\bar{1}22) : (001)$	$*55 \quad 25\frac{1}{2}$	—
$a : m = (100) : (110)$	$27 \quad 32$	$27^{\circ} 45\frac{1}{2}'$
$a : \mu = (100) : (1\bar{1}0)$	$28 \quad 7$	$28 \quad 7$
$b : i = (010) : (\bar{1}22)$	$54 \quad 33$	$54 \quad 34$
$b : \mu = (0\bar{1}0) : (1\bar{1}0)$	$62 \quad 40$	$62 \quad 51$
$b : m = (010) : (110)$	$61 \quad 33$	$61 \quad 24\frac{1}{2}$
$c : q = (001) : (012)$	$26 \quad 5$	$25 \quad 50$
$b : q = (010) : (012)$	$65 \quad 39$	$65 \quad 49$
$i : \mu = (\bar{1}22) : (\bar{1}10)$	$43 \quad 24$	$43 \quad 39$
$i : s = (\bar{1}22) : (\bar{3}44)$	$44 \quad 52 \text{ ca.}$	$42 \quad 8$
$\omega : b = (\bar{1}12) : (0\bar{1}0)$	$108 \quad 49\frac{1}{2}$	$108 \quad 47$
$\omega : i = (\bar{1}12) : (\bar{1}22)$	$46 \quad 51$	$46 \quad 39$
$\omega : c = (\bar{1}12) : (001)$	$48 \quad 4\frac{1}{2}$	$48 \quad 0\frac{1}{2}$
$\omega : \mu = (\bar{1}12) : (\bar{1}10)$	$47 \quad 30$	$47 \quad 13\frac{1}{2}$
$a : \omega = (\bar{1}00) : (\bar{1}12)$	$53 \quad 35$	$53 \quad 35\frac{1}{2}$
$a : q = (100) : (012)$	$85 \quad 37$	$85 \quad 55$
$\omega : q = (\bar{1}12) : (012)$	$40 \quad 35$	$40 \quad 30\frac{1}{2}$
$q : i = (012) : (\bar{1}22)$	$38 \quad 56$	$38 \quad 54$
$\mu : c = (1\bar{1}0) : (001)$	$84 \quad 47$	$84 \quad 45\frac{1}{2}$
$m : c = (110) : (001)$	$86 \quad 22$	$86 \quad 19$

Eine deutliche Spaltbarkeit ist nicht vorhanden.

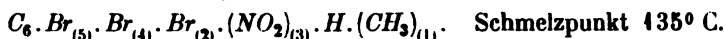
Auf a wurde die Lage einer Schwingungsrichtung an einer dünnen Lamelle mit Hilfe von Bertrands Quarzocular bestimmt als 4° bildend

mit der Kante (100):(001); auf *b* war jener Winkel in bezug auf die Kante (110):(010) mehr als 45°. Ein Axenbild wurde nicht beobachtet.

Das spezifische Gewicht der Krystalle beträgt 2,459 bei 17° C.; das Äquivalentvolum ist daher 170,39, und die topischen Axen werden:

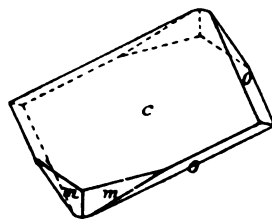
$$\chi : \psi : \omega = 3,6982 : 6,9496 : 6,6584.$$

d. (8)-Nitro-2-4-5-Tribromtoluol



Beim Nitrieren des 4-2-4-5-Tribromtoluols vom Schmelzpunkte 113½° C. entsteht neben diesem Nitroderivat in geringer Menge noch ein Dinitrokörper vom Schmelzpunkte 205° C. ungefähr, welcher bis jetzt nicht in meßbarer Form erhalten werden konnte. Die Constitution der Mononitroverbindung ist, wie sie oben angegeben, die wahrscheinlichste; der Beweis soll aber noch streng von mir geliefert werden in einer später zu erscheinenden chemischen Publication; der Bromgehalt wurde zu 63,84 % gefunden; berechnet wurde 64,17 %.

Fig. 6.



Der Körper krystallisiert aus einem Gemisch von Benzol und Schwefelkohlenstoff in farblosen, sechseckig umgrenzten, papierdünnen Blättchen.

Sie sind monoklin-prismatisch, das Axenverhältnis ist:

$$a : b : c = 0,9043 : 1 : 0,8627; \beta = 72^{\circ} 35\frac{1}{2}'.$$

Beobachtete Formen sind: *c*{001}, sehr stark vorherrschend; *o*{122}, schmal aber glänzend; *m*{110}, klein, aber stark spiegelnd; *r*{103}, sehr matt und schlecht meßbar.

	Gemessen:	Berechnet:
$m : m = (110) : (\bar{1}\bar{1}0) =$	$*84^{\circ} 35'$	—
$m : c = (110) : (001)$	$*76 \ 54\frac{1}{2}$	—
$o : o = (\bar{1}22) : (1\bar{2}\bar{2})$	$*70 \ 12$	—
$m : o = (110) : (1\bar{2}\bar{2})$	$39 \ 12$	$39^{\circ} 18\frac{1}{2}'$
$c : o = (001) : (\bar{1}22)$	$69 \ 21$	$69 \ 12$
$c : r = (001) : (\bar{1}03)$	$18 \ 20 \text{ ca.}$	$18 \ 32\frac{1}{2}$

Spaltbar nach {110} und nach {010}.

Auf *c* war die Auslöschung diagonal orientiert; ein Axenbild wurde nicht beobachtet.

Die Dichte beträgt 2,452 bei 17° C.; das Äquivalentvolum ist mithin = 152,53, und es gestalten sich die topischen Axen zu:

$$\chi : \psi : \omega = 5,3311 : 5,8954 : 5,0860.$$

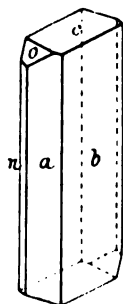
Bevor ich zu der Besprechung der morphotropischen Beziehungen dieser nitrierten Derivate mit den Tribromtoluolen selbst übergehe und deren rationelle Aufstellung detaillierter bespreche, möchte ich noch erst die krystallographische Untersuchung einiger anderer Nitroderivate von bromierten Toluolen aufführen, welche mit den behandelten Derivaten in engstem Zusammenhange stehen.

Es sind dies das **3-5-Dibrom-2-4-Dinitrotoluol** vom Schmelzpunkte 157° C., und das **3-5-Dibrom-2-4-6-Trinitrotoluol** vom Schmelzpunkte 228° C. Beide Derivate verdanke ich ihrem Darsteller, Herrn Dr. J. J. Blanksma in Amsterdam (vergl. Blanksma, Rec. d. Trav. Chim. Pays-Bas 1904, 23, 126, 127).

e. 3-5-Dibrom-2-4-Dinitrotoluol

$C_6 \cdot Br_{(5)} \cdot Br_{(3)} \cdot (NO_2)_{(4)} \cdot (NO_2)_{(2)} \cdot H \cdot (CH_3)_{(1)}$. Schmelzpunkt 157° C.

Fig. 7.



Aus Schwefelkohlenstoff krystallisiert die Verbindung in kleinen, rechteckig umgrenzten Blättchen oder in glänzenden Parallelepipeden; ist dem genannten Lösungsmittel etwas Benzol zugesetzt, so erhält man die Krystalle der Fig. 7. Triklin-pinakoidal.

$$\begin{aligned} a : b : c &= 0,6429 : 1 : 0,8430; \\ \alpha &= 105^{\circ} 41' & A &= 105^{\circ} 24\frac{1}{2}' \\ \beta &= 94^{\circ} 47\frac{1}{2}' & B &= 92^{\circ} 58' \\ \gamma &= 95^{\circ} 56\frac{1}{2}' & C &= 96^{\circ} 30\frac{1}{2}' \end{aligned}$$

Beobachtete Formen sind: $b\{010\}$, sehr glänzend, gewöhnlich am stärksten entwickelt; $a\{100\}$, etwas schmaler, bisweilen ebenso breit als b ; $c\{001\}$, gut ausgebildet, gleich stark glänzend als a ; $o\{1\bar{1}1\}$, fehlt fast nie und ist am besten reflectierend; $n\{1\bar{2}0\}$, schmal und glänzend, die Reflexe sind etwas in die Breite gezogen. Der Habitus ist gewöhnlich nach der Verticalaxe gestreckt, aber auch wohl mit vorherrschendem b . Die Krystalle ähneln denjenigen des 1-3-4-5-Tribrom-2-6-Dinitrotoluols im äußeren Ansehen völlig. Die geometrischen Anomalien sind nicht unbeträchtlich, wahrscheinlich eine Folge der Weichheit des Materials. Die Winkelwerte — Mittel sehr vieler Messungen an gut ausgebildeten Krystallen — sind unten zusammengestellt.

	Gemessen:	Berechnet:
$a : c = (100) : (001)$	$= 87^{\circ} 2'$	—
$a : b = (100) : (010)$	$= 83^{\circ} 29\frac{1}{2}'$	—
$b : c = (010) : (001)$	$= 74^{\circ} 35\frac{1}{2}'$	—
$a : b = (1\bar{1}1) : (0\bar{1}0)$	$= 75^{\circ} 56'$	—
$o : c = (1\bar{1}1) : (001)$	$= 59^{\circ} 24'$	—
$o : a = (1\bar{1}1) : (100)$	$= 44^{\circ} 54'$	$= 44^{\circ} 44'$

	Gemessen:	Berechnet:
$a : n = (110) : (\bar{1}\bar{2}0) = 56^{\circ} 48' \text{ ca.}$		$55^{\circ} 50\frac{1}{2}'$
$n : b = (\bar{1}\bar{2}0) : (0\bar{1}0) \quad 39 \ 57 \text{ ca.}$		$40 \ 40$
$n : c = (\bar{1}\bar{2}0) : (001) \quad 80 \ 4 \text{ ca.}$		$79 \ 42$

Unvollkommen spaltbar nach $\{001\}$.

Auf den drei Pinakoïden ist die Auslöschung schief; auf (010) ist sie fast senkrecht zur Kante $(0\bar{1}0) : (\bar{1}\bar{1}1)$ orientiert; auf $\{100\}$ beträgt die Schiefe zur Verticalaxe 48° im linken oberen Oktanten; auf $\{001\}$ ist dieselbe unter $44\frac{1}{2}^{\circ}$ gegen die Kante $(010) : (001)$ geneigt. Auf $\{100\}$ ist im Konoskope ein Hyperbel zu beobachten.

Die Dichte beträgt 2,453 bei 15° C. ; das Äquivalentvolum 157,94.

Topische Axen: $\chi : \psi : \omega = 4,2380 : 6,9445 : 5,6242$.

f. 3-5-Dibrom-2-4-6-Trinitrotoluol

$C_6 \cdot Br_{(5)} \cdot Br_{(3)} \cdot (NO_2)_{(6)} \cdot (NO_2)_{(1)} \cdot (NO_2)_{(2)} \cdot (CH_3)_{(1)}$. Schmelzpunkt 228° C.

Aus Schwefelkohlenstoff krystallisiert die Verbindung in dünnen, flachen Nadeln, welche monoklin-prismatisch sind.

Gewöhnlich sind die Krystalle schlecht ausgebildet; aus Benzol sind in einigen Fällen bessere Krystalle erhalten worden, jedoch sind die Messungen nur annähernd richtig.

Monoklin-prismatisch, mit:

$$a : b : c = 0,9760 : 1 : 1,0958; \beta = 72^{\circ} 26'.$$

Beobachtete Formen sind: $c\{001\}$ vorherrschend; $a\{100\}$, schmal und glänzend; $o\{\bar{1}22\}$, matt und öfters schlecht meßbar.

	Gemessen:	Berechnet:
$c : a = (001) : (100) = 72^{\circ} 26'$		—
$a : o = (100) : (\bar{1}22) \quad 79 \ 36$		—
$c : o = (001) : (\bar{1}22) \quad 54 \ 43$		—

Eine deutliche Spaltbarkeit wurde nicht gefunden.

Auf c ist die Auslöschung zur Kante $a : c$ senkrecht.

Ein Axenbild wurde nicht beobachtet; der mittlere Brechungsindex ist ziemlich groß.

Die Dichte beträgt 2,259 bei 15° C. , das Äquivalentvolum 170,43.

Topische Axen: $\chi : \psi : \omega = 5,3762 : 5,5085 : 6,0360$.

g. Über die Formverwandtschaft der bromierten und nitrierten Toluole.

Die Vergleichung der aus den beiden isomorphen Tribromtoluolen erhaltenen Dinitroproducte mit den beiden Muttersubstanzen bietet die Möglichkeit, für die Tribromtoluole und alle ihre Substitutionsderivate eine mehr rationelle Aufstellung zu finden.

Ich habe damals, gelegentlich meiner ersten Publication über die krystallonomischen Beziehungen zwischen den sechs isomeren Tribromtoluolen, schon darauf hingewiesen, daß die Erzielung von Pyramidenflächen beim 1-2-4-6-, 1-2-3-5- und beim 1-3-4-5-Derivat mir eine Arbeit von Jahren gekostet hat, und damit ist wohl bewiesen, daß die Wahrscheinlichkeit der Bildung jener pyramidalen Formen eine sehr geringe ist. Dann aber kann die von mir gewählte Aufstellung jener Derivate, — welche damals natürlich nicht in anderer Weise geschehen konnte, weil mir jeder Anhaltspunkt für die Beurteilung der am meisten rationellen Deutung der Flächen fehlte, — unmöglich aufrecht erhalten werden. Denn der Pyramide *o* beim 1-3-4-5-Derivat, sowie den Hemipyramiden der zwei isomorphen Derivate wurden die Symbole {101}, resp. {111} und {211} beigelegt. Es ist aber klar, daß der geringe Grad von Wahrscheinlichkeit ihrer resp. Ausbildung an den bezüglichen Krystallen die Beilegung solcher einfacher Symbole mindestens sehr fraglich macht.

Die Isomorphie der beiden hier untersuchten Dinitroderivate aber gibt den Schlüssel für eine bessere Deutung der damals gemessenen Substanzen, welche zugleich die merkwürdige Formverwandtschaft dieser Derivate zum eclatanten Ausdrucke bringt und dieselben tatsächlich als Glieder einer und derselben Krystallfamilie erscheinen läßt.

Die Neigungswinkel β , bei den beiden Dinitro-Tribromtoluolen 210° C. und 220° C., sind resp. 86°28' und 85°42'.

Sucht man nun bei den Tribromtoluolen selbst nach einem Neigungswinkel, welcher 90° nahe steht, dann ist zu bemerken, daß in der Orthodiagonalzone beider Krystallarten ein Winkel von 84°25' resp. 84°54' vorhanden ist, nämlich der Normalenwinkel zwischen den Flächen {102} und {100}.

Wählt man aber jene Winkel in beiden Fällen zum Neigungswinkel, dann wird die neue Aufstellung beider isomorpher Tribromtoluole, unter Beilegung der ursprünglichen Buchstaben für die bezüglichen Formen:

a. 1-2-3-5-Tribromtoluol; Schmelzpunkt 52,5° C.

$c\{101\}$, $r\{101\}$, $a\{001\}$, $s\{100\}$, $o'\{211\}$

und $a:b:c = 1,0648:1:1,5254$; $\beta = 84^\circ 25'$.

b. 1-2-4-6-Tribromtoluol; Schmelzpunkt 68,5° C.

$c\{101\}$, $r\{101\}$, $a\{001\}$, $s\{100\}$, $o\{111\}$

und $a:b:c = 1,0490:1:1,5146$; $\beta = 84^\circ 56'$.

c. 1-2-3-5-Tribrom-4-6-Dinitrotoluol; Schmelzpunkt 210° C.

$m\{210\}$, $n\{110\}$, $c\{001\}$, $r\{101\}$

und $a:b:c = 1,0784:1:1,5148$; $\beta = 86^\circ 28'$.

d. 1-2-4-6-Tribrom-3-5-Dinitrotoluol; Schmelzpunkt 220° C.

$$m\{210\}, n\{110\}, c\{001\}, a\{100\}, b\{010\}, l\{230\}, r\{101\}, \\ t\{104\}, o\{214\}, s\{234\}, \text{ und} \\ a:b:c = 1,0434:1:1,5606; \beta = 85^{\circ}12'.$$

Es ist die innige Beziehung, worin die vier Körper zu einander stehen, ohne weiteres sofort in die Augen springend.

Gleichzeitig aber ist die morphotropische Beziehung mit dem 1-3-4-5-Tribromtoluol jetzt viel deutlicher, da die tetragonale Symmetrie einen Neigungswinkel zwischen a - und c -Axe von 90° nötig macht.

Wählt man nämlich in den vier- vorigen Derivaten die a -Axe als Vertical-, die c -Axe als Klinoaxe, — was natürlich ganz frei steht —, dann ist die Verwandtschaft mit dem 1-3-4-5-Derivat und seinem hier untersuchten Dinitro-Substitutionsproducte sofort ersichtlich, wenn man die Aufstellung der letzten Körper wie folgt wählt:

e. 1-3-4-5-Tribromtoluol; Schmelzpunkt 90,5° C.

$$m\{110\}, a\{100\}, o\{308\}, \text{ und} \\ a:b:c = 1,0000:1:1,0452; \alpha = 90^{\circ}, \beta = 90^{\circ}, \gamma = 90^{\circ}.$$

f. 1-3-4-5-Tribrom-2-6-Dinitrotoluol; Schmelzpunkt 216° C.

$$a\{001\}, b\{010\}, c\{100\}, i\{111\}, \omega\{212\}, q\{210\}, \mu\{012\}, \\ m\{012\}, s\{223\}, \text{ und} \\ a:b:c = 0,9581:1:1,0644; \alpha = 89^{\circ}2', \beta = 84^{\circ}56', \gamma = 88^{\circ}21'.$$

Der Neigungswinkel β dieser pseudomonoklinen Verbindung ist also gleich demjenigen des 1-2-4-6-Tribromtoluols.

Die nahe, obgleich etwas mehr entfernte Verwandtschaft des Dinitro-derivates mit dem bezüglichen Tribromtoluol ist deutlich erkennbar, und gleichzeitig ist der Zusammenhang mit den übrigen Derivaten festgelegt, da die anderthalbfache a -Axe jener der erwähnten Verbindungen ganz analog ist.

Zum Schlusse sind hier die genannten Toluolderivate, welche bis jetzt untersucht wurden, in angegebener Weise umgestellt, sämtlich verzeichnet.

Es ist ganz auffällig, wie besonders deutlich die Formverwandtschaft dieser sämtlichen Derivate erkennbar ist. Es scheint, als ob in den gebromten Toluolen ein gewisser Teil des Moleküls bei weiterer Substitution seine räumliche Lage nicht ändert oder jedenfalls eine ziemlich stabile Lage im Raume einnimmt. Weitere Forschungen werden mir in der Zukunft unzweifelhaft zeigen, welcher Atomcomplex dieser stabilen Raumlage entspricht; es scheint mir bis jetzt, daß es vielleicht die Combination der (CH_3) -Gruppe mit zwei Br -Atomen, welche beide in o - oder m -Stellung stehen, sein könnte. Es ist dies aber eine vorläufige Angabe, welche ich an weiterem, zum Teil schon hergestelltem Materiale genau zu verfolgen beabsichtige.

Synopsis der besprochenen Toluolderivate, welche $1\frac{1}{2}$ und (N_2) enthalten.	
Namen der Verbindungen:	Axenverhältnisse:
1-3-4-6-Tribromtoluol	$a : b : c = 4,5446 : 4 : 4,0490; \alpha = 90^\circ 0', \beta = 84^\circ 56', \gamma = 90^\circ 0'$
1-3-5-6-Tribromtoluol	$a : b : c = 4,5334 : 4 : 4,0638; \alpha = 90^\circ 0', \beta = 84^\circ 35', \gamma = 90^\circ 0'$
1-3-4-5-Tribromtoluol	$a : b : c = 4,0000 : 4 : 4,0432; \alpha = 90^\circ 0', \beta = 90^\circ 0', \gamma = 90^\circ 0'$
1-3-4-6-Tribromdinitrotoluol	$a : b : c = 4,5606 : 4 : 4,0434; \alpha = 90^\circ 0', \beta = 85^\circ 42', \gamma = 90^\circ 0'$
1-3-5-6-Tribromdinitrotoluol	$a : b : c = 4,5448 : 4 : 4,0784; \alpha = 90^\circ 0', \beta = 86^\circ 38', \gamma = 90^\circ 0'$
1-3-4-5-Tribromdinitrotoluol	$a : b : c = 0,9584 : 4 : 4,0644; \alpha = 89^\circ 3', \beta = 84^\circ 56', \gamma = 88^\circ 34'$
1-3-4-5-Tribrom-Nitrotoluol	$a : b : c = 0,9048 : 4 : 0,8637; \alpha = 90^\circ 0', \beta = 78^\circ 35\frac{1}{2}', \gamma = 90^\circ 0'$
1-3-4-6-Trinitro-3-5-Dibromtoluol	$a : b : c = 0,9760 : 4 : 4,0938; \alpha = 90^\circ 0', \beta = 78^\circ 36', \gamma = 90^\circ 0'$
1-3-4-6-Dinitro-3-5-Dibromtoluol	$a : b : c = 4,6846 : 4 : 4,3305; \alpha = 94^\circ 47', \beta = 105^\circ 44', \gamma = 95^\circ 56\frac{1}{2}'$ (= 88 43), (= 74 49), (= 84 34)
1-3-4-5-Tribromtoluol	$a : b : c = 0,8586 : 4 : 4,0686; \alpha = 90^\circ 0', \beta = 79^\circ 44', \gamma = 90^\circ 0'$
1-3-3-4-Tribromtoluol	$a : b : c = \gamma : 4 : 4,4798; \alpha = 90^\circ 0', \beta = 90^\circ 0', \gamma = 90^\circ 0'$
1-3-3-6-Tribromtoluol	$a : b : c = 4,0645 : 4 : 4,3638; \alpha = 90^\circ 0', \beta = 76^\circ 44', \gamma = 90^\circ 0'$
Pentabromtoluol (diese Zeitschr. 38, 93)	$a : b : c = 4,0034 : 4 : 4,0746; \alpha = 90^\circ 0', \beta = 87^\circ 35', \gamma = 90^\circ 0'$
1-3-4-5-Trinitrotoluol	$a : b : c = 0,9378 : 4 : 4,3448; \alpha = 90^\circ 0', \beta = 90^\circ 0', \gamma = 90^\circ 0'$
1-3-4-6-Trinitrotoluol (beide von Friedländer, diese Zeitschr. 3, 470)	$a : b : c = 4,5478 : 4 : 4,4940; \alpha = 90^\circ 0', \beta = 90^\circ 0', \gamma = 90^\circ 0'$

Zaandam, November 1904.

XVII. Über Benzylphthalimid und Benzylphthalisoimid; ein erster Beitrag zur Erforschung des Zusammenhanges zwischen Polymorphie und chemischer Desmotropie.

Von

F. M. Jaeger in Zaandam (Holland).

(Mit 3 Textfiguren.)

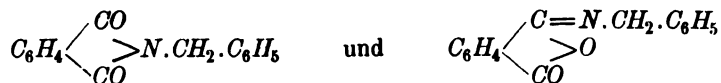
Die Mehrzahl der in der krystallographischen Literatur verzeichneten Fälle von isomeren Kohlenstoffverbindungen beziehen sich entweder auf Stellungsisomerie im Sinne der stellungsisomeren Substitutionsderivate aliphatischer oder aromatischer Moleküle, oder sie stellen jenen eigentümlichen Isomeriefall dar, welcher in den sogenannten stereochemischen Auffassungen der Jetztzeit seine Erklärung findet.

Dagegen ist die Erscheinung der Tautomerie und die Erforschung der desmotropen Modificationen, welche dabei unter gewissen Umständen existenzfähig sein würden, noch nicht berücksichtigt worden. Zum Teil ist die Ursache davon wohl der Umstand, daß bei vielen tautomeren Stoffen die Isolierung der desmotropen Formen bis jetzt nicht gelungen ist, oder daß jedenfalls die eine oder die andere mögliche Atomconfiguration so instabil ist, daß sie nur während der chemischen Reaction in bestimmten Molekulgattungen als bestehend angenommen werden kann, ohne daß man dazu berechtigt ist, eine entscheidende Auswahl zwischen den möglichen Configurationen für einen bestimmten Augenblick zu treffen.

Es gibt aber auch Fälle, in denen die desmotropen Formen isolierbar sind. Ein solcher Fall liegt vor bei den Imiden und Isoimiden der Phthalsäure, von denen hier das Benzylsubstitutionsproduct näher untersucht worden ist.

Die chemische Verschiedenheit der beiden Formen wird nach den beiden Entdeckern

und van Dorp¹⁾, durch folgenden Unterschied der Structurformeln ausgedrückt:



Benzylphthalimid; Schmelzp. $115\frac{1}{2}^\circ \text{C}$.

Benzylphthalisoimid; Schmelzp. $82\frac{1}{2}^\circ \text{C}$.

Über die von den genannten Forschern zum Beweise angeführten Argumente vergleiche man die angegebene Literaturstelle. Beide Körper gehen bei höherer Temperatur in einander über.

Die erste Verbindung erhielt ich vor längerer Zeit von Herrn Prof. Dr. Gabriel in Berlin, welcher sie mir freundlichst zur Untersuchung überließ. Die Verbindung wurde von ihm synthetisch gewonnen²⁾.

Das Isoimid erhielt ich von Herrn Prof. Hoogewerff in Delft, dem ich auch hier für die Überlassung des schwer zugänglichen Präparates meinen besten Dank sage. Die Substanz muß bei der RekrySTALLISATION peinlichst gegen die geringste Spur Feuchtigkeit geschützt werden, weil sie sonst sofort umgeändert wird; die Krystalle werden daher am besten aus vollkommen trockenem Äther im Vacuumexsiccator oder über Phosphor-pentoxyd gezogen.

a. Benzylphthalimid $\text{C}_6\text{H}_4 \cdot (\text{CO})_2 \cdot \text{N}(\text{C}_7\text{H}_7)$. Schmelzpunkt $115\frac{1}{2}^\circ \text{C}$.

Aus einem Gemisch von Äther und Alkohol wurde die Verbindung in großen, sehr durchsichtigen und ziemlich glänzenden Krystallen erhalten, welche einen einigermaßen rhomboëdrischen Habitus zeigten oder auch öfters mehr abgeplattet erscheinen.

Das Krystallisationsvermögen ist in dem genannten Lösungsmittel ziemlich groß.

Triklin-pinakoïdal, mit dem Axenverhältnis:

$$a : b : c = 0,8443 : 1 : 1,3600.$$

$$A = 101^\circ 51'$$

$$\alpha = 108^\circ 24'$$

$$B = 116^\circ 51\frac{1}{2}'$$

$$\beta = 120^\circ 7'$$

$$C = 80^\circ 45\frac{1}{2}'$$

$$\gamma = 73^\circ 8'$$

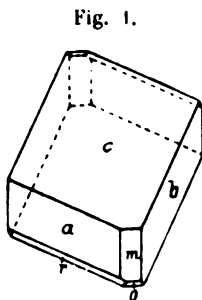


Fig. 1.

Beobachtete Formen sind: $c\{001\}$, vorherrschend; $a\{100\}$ und $b\{010\}$, ungefähr gleich stark entwickelt; $m\{110\}$, schmal; $r\{101\}$, klein und schmal, bisweilen auch breiter entwickelt; $o\{111\}$, klein und sehr in den Hintergrund tretend.

Die Zusammenstellung der Messungen ist im folgenden verzeichnet.

¹⁾ Recueil d. Trav. Chim. d. Pays-Bas 1894, 13, 99.

²⁾ Ber. d. d. chem. Ges. 1887, 20, 2227.

	Gemessen:	Berechnet:
$a : b = (100) : (010) =$	$99^{\circ} 14\frac{1}{2}'$	—
$a : c = (100) : (001)$	$63 \ 8\frac{1}{2}$	—
$b : c = (010) : (001)$	$78 \ 9$	—
$m : b = (110) : (010)$	$58 \ 19\frac{1}{2}$	—
$c : r = (001) : (101)$	$78 \ 59$	—
$a : m = (100) : (110)$	$40 \ 55$	$40^{\circ} 55'$
$c : m = (001) : (110)$	$58 \ 22\frac{1}{2}$	$58 \ 17$
$a : r = (100) : (101)$	$37 \ 55$	$37 \ 55$
$b : r = (010) : (101)$	$74 \ 35$	$74 \ 28$
$m : r = (110) : (101)$	$61 \ 53$	$62 \ 4$

Die Krystalle spalten sehr vollkommen parallel $\{100\}$ und $\{010\}$.

Aus Äther umkrystallisiert erscheint die Substanz in stark lichtbrechenden, sechseckigen Blättchen. Die Untersuchung lehrt, daß diese Krystalle alle Zwillinge sind nach $\{001\}$ mit dazu senkrechter Zwillingsaxe.

Es wurden hier c , b , r gefunden neben $o\{1\bar{1}\bar{1}\}$ und $q\{011\}$; c ist stark vorherrschend, b und q sind schmal, r und o gleich stark und wohl ausgebildet anwesend. Spaltbarkeit wie oben.

Es wurden noch gemessen:

$q : b = (01\bar{1})_{(2)} : (010)_{(1)} =$	$23^{\circ} 58'$	berechnet:	$23^{\circ} 42'$
$b : b = (010)_{(1)} : (010)_{(2)} =$	$-49 \ 23$	-	$-49 \ 28$
$r : r = (10\bar{1})_{(1)} : (10\bar{1})_{(2)} =$	$21 \ 45$	-	$22 \ 2$
$c : q = (00\bar{1}) : (01\bar{1}) =$	$58 \ 24$	-	$58 \ 9$

Damit ist die Art der Zwillingsbildung genügend festgestellt.

Auf $\{001\}$ ist die eine Schwingungsrichtung fast senkrecht zur Kante $(001) : (010)$ orientiert; ein Axenaustritt war nicht zu beobachten.

Die Dichte wurde bestimmt zu 1,343 bei 16°C. ; die topischen Parameter gestalten sich demnach zu:

$$\chi : \psi : \omega = 4,8543 : 5,7458 : 7,8445.$$

b. Die β -Modification des Benzylphthalimids.

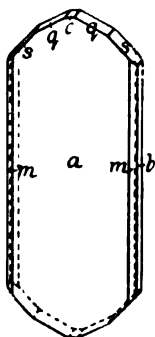
Während einer kalten Winternacht bekam ich ein einziges Mal aus einer Lösung des Körpers in Benzol eine zweite, labilere Modification.

Diese Krystalle sahen aus wie durchsichtige, sechseckig umgrenzte Plättchen; aber im Gegensatze zu den aus Äther erhaltenen Formen waren sie alle Einzelindividuen und keine Zwillinge, wie dort. Der Schmelzpunkt lag ebenfalls bei 145°C. ; die Kryställchen wurden aber bald matt, so daß eine gewisse molekulare Umlagerung, auch während des Erhitzens, nicht unwahrscheinlich ist. Ich habe diese labile Modification leider nur ein einziges Mal erhalten können.

Monoklin-prismatisch. Das Axenverhältnis ist:

$$a : b : c = 0,8476 : 1 : 0,5092; \quad \beta = 70^\circ 42'.$$

Fig. 2.



Beobachtete Formen: $a\{100\}$, stark vorherrschend; $m\{110\}$ und $b\{010\}$, sehr schmal; $c\{001\}$, sehr klein und zurücktretend; $q\{011\}$ und $s\{021\}$, gleich groß ausgebildet.

Die gemessenen Winkelwerte sind:

	Gemessen:	Berechnet:
$a : m = (100) : (110) =$	$38^\circ 39\frac{1}{2}'$	—
$a : q = (100) : (011) =$	$72^\circ 40'$	—
$c : q = (001) : (011) =$	$25^\circ 40'$	—
$s : q = (021) : (011) =$	$48^\circ 48'$	$48^\circ 42'$
$b : m = (010) : (110) =$	$51^\circ 20'$	$51^\circ 20\frac{1}{2}'$

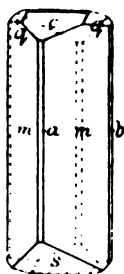
Eine deutliche Spaltbarkeit wurde nicht beobachtet.

Das Benzylphthalimid ist also dimorph; über den merkwürdigen Zusammenhang dieser labileren Modification mit der Krystalsymmetrie des Isoimids und mit der stabileren α -Modification vergleiche man die unten gegebene Auseinandersetzung.

c. Benzylphthalisoimid $C_6H_4(CO)C.N(C_7H_7)$. Schmelzpunkt $82\frac{1}{2}^\circ C$.



Fig. 3.



Die Krystalle (Fig. 3) sind aus vollkommen trockenem Äther erhalten worden.

Die großen, gut ausgebildeten Krystalle sind langprismatisch nach der Verticalaxe und stellenweise porzellanweiß. Bei längerem Aufbewahren, selbst im Dunkeln, werden sie allmählich gänzlich undurchsichtig und sehen aus, als wenn eine Verwitterung stattgefunden hätte. Die Krystalle enthalten aber kein mitkrystallisiertes Lösungsmittel; wahrscheinlich findet hier eine mir unbekannte molekulare Umwandlung statt.

Monoklin-prismatisch mit

$$a : b : c = 1,2303 : 1 : 0,5932; \quad \beta = 71^\circ 46'.$$

Beobachtete Formen: $m\{110\}$, stark vorherrschend; $s\{201\}$, gleichfalls gut ausgebildet; $c\{001\}$, relativ stark entwickelt; $q\{011\}$, sehr deutlich; $a\{100\}$, schmaler; $b\{010\}$, sehr schmal; zwischen s und c noch ein nicht meßbares Orthodoma $\{h0k\}$, bloß schwach angedeutet.

Die gemessenen und berechneten Winkel sind folgende:

	Gemessen:	Berechnet:
$a : m = (100) : (110) =$	$*49^{\circ}26\frac{1}{2}'$	—
$s : m = (\bar{2}01) : (110)$	$*68\ 25\frac{1}{2}$	—
$q : q = (011) : (0\bar{1}1)$	$*58\ 47\frac{1}{2}$	—
$s : c = (\bar{2}01) : (001)$	$52\ 32\frac{1}{2}$	$52^{\circ}40\frac{1}{2}'$
$s : a = (\bar{2}01) : (100)$	$55\ 42\frac{1}{2}$	$55\ 33\frac{1}{2}$
$c : a = (001) : (100)$	$71\ 44$	$71\ 46$
$s : q = (\bar{2}01) : (011)$	$58\ 9\frac{1}{2}$	$58\ 7$
$q : c = (011) : (001)$	$29\ 24$	$29\ 24$
$m : b = (110) : (010)$	$40\ 49$	$40\ 33$
$m : m = (110) : (\bar{1}10)$	$84\ 7$	$84\ 7$
$q : m = (011) : (\bar{1}10)$	$53\ 34$	$53\ 28$

Eine deutliche Spaltbarkeit wurde nicht aufgefunden; vielleicht stellt q eine Spaltungsfläche dar. Die zur Kante $(110) : (\bar{1}\bar{1}0)$ symmetrische Auslöschungsschiefe auf m beträgt bloß circa 3° ; eine weitere optische Untersuchung war ausgeschlossen.

Die Dichte beträgt annähernd 1,445; eine genaue Bestimmung mit Thouletscher Lösung war unmöglich, weil die Substanz sofort chemisch angegriffen wird; die topischen Parameter sind also annähernd:

$$\chi : \psi : \omega = 8,2234 : 6,6840 : 3,9650.$$

Die Vergleichung der Krystallparameter der beiden heteromorphen Modificationen des Benzylphthalimids mit denen des Benzylphthalisoimids ergibt eine überraschende Analogie der zugehörigen Raumgitter:

α -Benzylphthalimid. Triklin-pinakoidal.

$$a : b : c = 0,8443 : 1 : 1,3600;$$

$$\alpha = 180^{\circ} - 74^{\circ}36', \gamma = 73^{\circ}8', \beta = 180^{\circ} - 59^{\circ}53'.$$

β -Benzylphthalimid. Monoklin-prismatisch.

$$a : b : c = 0,8476 : 1 : 0,5092; \beta = 70^{\circ}42'.$$

Benzylphthalisoimid. Monoklin-prismatisch.

$$a : b : c = 1,2303 : 1 : 0,5932; \beta = 71^{\circ}46'.$$

Nicht nur, daß der pseudohexagonale Typus der α -Modification sowohl im Habitus, als im Winkelwerte β ganz in die Augen springend ist, sondern auch das Verhältnis $a : b$ ist bei der α - und β -Modification praktisch identisch, — ein Beleg dafür, daß die Structur dieser Modificationen im engsten Zusammenhange steht. Ich habe diese Gleichheit zweier Parameter bei heteromorphen Modificationen schon mehrmals gefunden; z. B. fand ich einen nicht weniger frappanten Fall beim 4-3-4-Dinitrodiäthylanilin¹⁾, wo die rote α - und die weniger stabile, gelbe β -Modification,

1) Diese Zeitschr. 1905, 40, 429, 434.

ungeachtet der Differenzen in der Symmetrie, eine analoge Beziehung zeigten.

Es ist aber obendrein die ganz nahe Verwandtschaft der Krystallstructur dieser β -Modification mit jener des Benzylphthalisoimids in hohem Grade auffällig, wie sie aus der identischen Symmetrie und den analogen Werten für β und für das Verhältnis $b:c$ deutlich hervorgeht.

Die Structur der heteromorphen Modification des Benzylphthalimids steht also in innigstem Zusammenhange mit der Krystallstructur desjenigen Körpers, welcher aus dem Benzylphthalimid durch desmotrope Änderung im chemischen Molekül hervorgeht. Beide Erscheinungen, Polymorphie einerseits, Desmotropie andererseits, verursachen eine analoge Abänderung der Krystalsymmetrie des stabilen α -Benzylphthalimids.

Die von mir vor einiger Zeit ausgesprochene Hypothese¹⁾ — es wäre die krystallonomische Polymorphie vieler organischer Verbindungen im Grunde auf eine Art »chemischer Isomerie« zurückzuführen, wobei sich dann weniger stabile Atomconfigurationen zeitlich als existenzfähig herausstellen sollten — scheint mir durch die vorliegende Untersuchung schon wieder etwas mehr gerechtfertigt zu werden²⁾.

Zaandam, November 1904.

1) Diese Zeitschr. 38, 600; vergl. des Verfs. Inaugur.-Diss., Leiden 1904.

2) Vorläufige Mitteilung dieser Verhältnisse findet sich in: Verslagen Kon. Akad. van Wetensch. te Amsterdam, Juni 1904, S. 64—66.

Berichtigung.

In der im vor. Hefte erschienenen Abhandlung S. 418 ist der Schmelzpunkt des 4-3-Nitrodimethyl-Anilins durch Versehen unrichtig zu 144° C. angegeben. Derselbe ist nur wenig höher, als ihn Staedel und Bauer l. c. angaben.

F. M. Jaeger.

XVIII. Formensystem aus Accessorien, abgeleitet am Topas.

Von

V. Goldschmidt in Heidelberg.

(Hierzu Taf. IX—XI.)

Im Jahr 1896 publicierte Verfasser in dieser Zeitschrift (Bd. 26, 4 eine Abhandlung über krumme Flächen (Übergangsflächen). Im engen Anschluß an die damaligen Untersuchungen stehen die vorliegenden. Um den Zusammenhang der Probleme klarzulegen, möge es gestattet sein, einen Passus aus der erwähnten Publication hier abzudrucken.

(S. 4.) Zwischen den ebenen Flächen eines wohlausgebildeten, in seinem inneren Bau nicht gestörten, auch durch äußere Störungen, als Verwachsung mit anderen Krystallen, Einfluß von sonstigen festen Nachbarn usw. nicht influenzierten Krystalls finden sich häufig krumme Flächen. Solche Flächen wollen wir Übergangsflächen nennen. Sie sind, ebensogut wie die ebenen typischen Flächen, ausschließlich das Product der Formenentwicklung, wie sie sich durch Differenzierung der flächenbauenden Primärkräfte ergibt. Solche Übergangsflächen entstehen beim Auftragen (Wachsen), wie beim Abtragen (Lösen).

Darnach können wir definieren:

Übergangsflächen sind krumme Flächen der Formenentwicklung.

Sie gehören wesentlich zu dem Formensystem und sind für eine Krystallart ebenso charakteristisch, unter Umständen noch mehr, als die ebenen typischen Flächen. Da sie organisch, d. h. der Entwicklung gemäß, zu dem Formensystem einer Krystallart gehören, so können wir auch definieren:

Übergangsflächen sind die krummen Flächen eines Formensystems.

Übergangsflächen erscheinen wiederholt und mit den gleichen Eigentümlichkeiten an der gleichen Stelle verschiedener Individuen derselben Art und zwar gerade an bevorzugter Stelle, an Stelle wichtiger Flächenpunkte und wichtiger Flächenlinien.

(S. 2.) Der Name Übergangsflächen wurde gewählt, um anzudeuten, daß zwischen typischen Flächen liegend mit ihrer Krümmung (dazu kommt eine Oscillation und Streifung) von einer zur anderen hinüberführen, auch 2 (3, 4 . . .) Flächen durch Hinüberleiten verknüpfen. Im Reflex wird der Übergang darin aus, daß der Verlauf, der Zug des

einem typischen Punkt zum anderen führt. Dieser formellen Verknüpfung liegt eine genetische, organische, eine Verknüpfung durch Entwicklung zu Grund. Die verknüpfenden Punkte (Wirkungscentren) treten in der Richtung der Verknüpfung in gemeinsame Action. Gerade hierin liegt die große organische Bedeutung der Übergangsflächen, daß wir an ihnen erkennen, wie sich diese Action (stetig) vollzieht.

Wir sehen, daß die Entwicklung der Formen sich in der Weise vollzieht, daß sich zwischen je zwei Ausgangspunkten der Entwicklung eine Zone spannt, eine Linie (Ebene) gemeinsamer Action; daß sich in dieser Linie nach einem bestimmten Gesetz, dem Gesetz der Differenzierung (Complication) einer bestimmten Zahlenordnung folgend (harmonische Zahlen) einzelne neue Wirkungscentren (abgeleitete Knoten, typische Flächen) ausscheiden. Durch deren Verknüpfung vollzieht sich die weitere Entwicklung.

Bei den Übergangsflächen beobachten wir den Zug der Verknüpfung; die Ausscheidung typischer Flächenpunkte in diesem Zug manchmal präcis durch Ausscheidung eines scharfen Lichtpunktes, manchmal noch unsicher durch Verdichtung eines Lichtnebels um einen typischen Ort vollzogen. Die Übergangsflächen lassen uns die Entwicklung der Formen in ihrem Werden verfolgen. Sie geben und versprechen einen Einblick in den Ort und die Art des Einflusses der wirkenden Ursachen.

Seitdem wurde die Untersuchung weitergeführt. Es erschienen die ausführlicheren Publicationen über »Entwicklung der Krystallformen«¹⁾. Das Complicationsgesetz hat sich durch das ganze Gebiet der Krystallographie bewährt, ja es hat sich zeigen lassen, daß dies Gesetz nicht nur die Krystallformen beherrscht, sondern daß es ein weittragendes Gesetz ist, das in großen Gebieten der belebten, wie der unbelebten Natur der Entwicklung des Mannigfaltigen aus dem Einfachen seinen Stempel aufdrückt, ja sogar, daß es die Entwicklung der Sinne und des menschlichen Geistes beherrscht. So war dies Gesetz u. a. zum Schlüssel des Verständnisses der musikalischen Harmonie geworden²⁾.

Eine besonders interessante Gruppe krummer Flächen, die Ätzfiguren, waren dann vom Verf. zum Gegenstand der Untersuchung gemacht worden. Im Verein mit Fr. E. Wright wurden die Ätzfiguren des Calcit und die zugehörigen Reflexe (Lichtfiguren) messend studiert³⁾. Es bestätigte sich daran alles, was in der Publication von 1896 als Erwartung ausgesprochen war. Die Reflexzüge geätzter Krystalle oder geätzter Kugeln lieferten das Formensystem des Calcit mit seinen Hauptknoten und Hauptzonen. Weitere lösende Behandlung der Kugeln brachte merkwürdige Resultate. Sie lieferte in den Lösungskörpern³⁾ die durch Abbau gebildeten Krystallformen. An Stelle der Flächen der gewachsenen Krystalle traten im Lösungskörper Ecken, an Stelle der Ecken Kanten.

Kanten und Flächen der Lösungskörper sind gekrümmt, ebenso die stylisierten Grübchen (Ätzfiguren) und Erhöhungen (Ätzhügel), die sich bei

1) Diese Zeitschr. 1897, 28, 1—35; 444—454.

2) Gdt., Über Harmonie u. Complication. Berlin, Springer 1904.

- Über harmonische Analyse von Musikstücken. Ann. d. Naturphilos. (Ostwald) 1904, 8, 449.

3) N. Jahrb. f. Min. usw. 1903, Beil.-Bd. 17, 335.

der Atzung und Lösung bildeten. Die Reflexe aller dieser Gebilde lieferten die Hauptknoten und Hauptzonen des Formensystems.

Mit diesen Untersuchungen hatten die Ätzfiguren und Lösungskörper ein neues weitgehendes Interesse gewonnen. Man war nun im Stand von einer Krystallart, die nur wenige oder schlecht ausgebildete Flächen entwickelte, das Formensystem in seinen Hauptzügen zu gewinnen. Damit war zugleich der Deutung der Formen und dem Vergleich verwandter Arten durch Analogie eine feste Grundlage gegeben. Aber das Untersuchungsgebiet versprach noch eine unabsehbare Fülle von Resultaten. Jedes neue Ätzmittel, jede neu in Untersuchung genommene Krystallart brachte neue Überraschungen, stellte neue Fragen und ermöglichte neue Schlüsse.

Das messende Studium der Ätzfiguren und Lösungskörper warf Licht auf die Mechanik des Lösungsprozesses¹⁾. Auch hier erschloß sich ein neues großes Arbeitsfeld, das durch Messen krummer Flächen und ihrer Reflexe zu bebauen ist.

In der Natur sind neben den krystallbauenden Wirkungen beständig zerstörende (abbauende) thätig und so finden wir viele natürliche Krystalle oberflächlich angegriffen. Oft zeigen sie schöne Ätzfiguren und andere charakteristische Lösungserscheinungen. Solche Krystalle liefern uns ohne ätzende Behandlung die Unterlage zum Studium des Formensystems der Krystallart in der oben angegebenen Weise. Dies ist besonders wichtig da, wo man von einer Krystallart andere als angefressene Krystalle nicht hat, ebenso da wo die Krystalle so klein, selten oder schwer angreifbar sind, daß man Ätzversuche mit ihnen nicht anstellen kann oder sie nicht dafür opfern möchte.

Wachstumsfiguren. Statt der Ätzgrübchen, Ätzhügel und Lösungsgebilde verschiedener Art zeigen die Krystalle oft krummflächige Wachstumsgebilde. Stylisierte Erhöhungen und Vertiefungen. Wir wollen sie Wachstumshügel und Wachstumsgrübchen nennen. Dazu Treppen und Streifungen, Rundungen der Kanten und Ecken. Wir wollen alle diese Gebilde als Wachstumsfiguren bezeichnen.

Oft ist es schwer, manchmal unmöglich, Lösungsfiguren und Wachstumsfiguren zu unterscheiden. Es wird unsere Aufgabe sein, Kriterien zu deren Unterscheidung festzulegen. So lange wir nicht für die einzelne Figur entscheiden können, betrachten wir derlei Gebilde als Lösungsfiguren, wenn ihre Gesamtheit darauf schließen läßt, daß die Bildungsgeschichte des vorliegenden Krystalls mit Lösung abgeschlossen hat, umgekehrt als Wachstumsfiguren, wenn wir aus allen Anzeichen schließen können, daß sie mit Wachsen abgeschlossen hat. Die Oberfläche verzeichnet jedesmal den Abschluß der Bildungsgeschichte, die Merk-

1) Diese Zeitschr. 1904, 88, 656.

male der Vorgeschichte sind teils wieder weggeführt, teils liegen sie im Innern des Krystals begraben.

Ein eigenartiger Beobachter, Fr. Scharff, hat diesen Gebilden sein lebhaftes Interesse zugewendet, sie sorgfältig gesammelt, studiert und abgebildet, doch war er nicht in der Lage sie messend zu verfolgen. Er glaubte in diesen Gebilden dem Wachstum der Krystalle folgen zu können. Scharff galt für einen kristallographischen Sonderling. Seine Liebe zu den Krystallen führte ihn zu einem rechten Weg, auf dem er freilich nicht im Stand war weit vorzudringen.

Es fragt sich nun: Geben die Reflexe der Wachstumsfiguren uns ebenso wie die Ätzfiguren die Hauptknoten und Hauptzonen der Formenentwicklung, wie dies in der oben angeführten Publication über krumme Flächen (Übergangsflächen) angenommen wurde?

Das ist in der Tat der Fall. Die vorliegende Untersuchung am Topas möge als Beleg und Beispiel dienen.

Beschreibung der einzelnen Krystalle und Reflexbilder. Es mögen im folgenden sechs gemessene Krystalle beschrieben und abgebildet werden. Zwei von Florissant (Colorado), einer vom Ural und drei von Thomas Mountains (Utah). Von jedem wurde ein Kopfbild, ein perspektivisches Bild und ein stereographisches Projectionsbild beigegeben. Die beiden ersten Bilder (a, b) zeigen die charakteristische Oberflächentextur. Das Projectionsbild gibt den Verlauf der Reflexe, so wie es durch Einstellen am zweikreisigen Goniometer Punkt für Punkt aufgenommen wurde. Eine Ergänzung oder Idealisierung hat dabei nicht stattgefunden.

Die stereographische Projection wurde gewählt, um im gleichen Bild den Verband und die Ausstrahlung auch in und mit der Prismenzone zu erhalten, die bei gnomonischer Projection ins Unendliche rückt. Zum Studium der Details eignet sich besser die gnomonische Projection. Unter Umständen ist zum Studium der Verbände mit Vorteil die perspektivische Projection¹⁾ anzuwenden.

Krystall 1 von Florissant (Colorado) (Taf. IX, Fig. 1a, b, c). Dicke : Breite : Höhe = 14 : 12 : 10 mm.

Combination: $Mlfd_o = \infty.\infty 2.01.02.10.4.$

Zwischen d und o eine gerundete Fläche von der Position ? $Y = 4\frac{1}{2}$. Die Basis $c = 0$ fehlte, doch tritt ihr Reflex an einigen beschädigten Stellen auf, entsprechend kleinen Spaltflächen. Die Kante ff ist gezahnt durch parallele Furchen, die sich, zarter werdend, über den unteren Teil der

¹⁾ Vergl. diese Zeitschr. 1893, 22, 20 (Topas). Beisp. Phosgenit, Quarz, diese Zeitschr. 1896, 26, Taf. II; diese Zeitschr. 1897, 28, Taf. VI (Idokras, Calcit), Taf. VII (Granat, Topas), Taf. VIII (Zinkblende, Magneteisenerz), sowie die folgende Untersuchung »Über Flächen und Zonen«.

Flächen f fortsetzen. Ähnlich gezeichnet sind d und y , die nur auf einer Seite auftreten. Die Prismen M und l zeigen Längstreifung.

Die Oberflächenzeichnungen dürften von Ätzung herrühren. Ihnen entsprechen die Lichtzüge des Reflexbildes Fig. 4c. Dies zeigte außer den Flächenpunkten Lichtzüge in den Zonenstücken Ml ; odo ; ofo .

Krystall 2 von Florissant (Colorado). Dicke : Breite : Höhe = 11 : 12 : 17 mm. (Taf. IX, Fig. 2a, 2b, 2c). Farblos, dem Krystall 1 ähnlich, jedoch an beiden Enden ausgebildet.

Combination: $yflMg$ ($g = \infty 3$).

Die nach der gemeinsamen Kante hin gerundeten Flächen ff sind von schön ausgebildeten Ätzhügeln oder Wachstumshügeln bedeckt, die an der Kante ff eine Verzahnung bilden, wie bei Krystall 1.

Der Reflex liefert die interessante Strahlung (Fig. 2c) von f aus in den Zonenstücken fd ; fc ; fol , letzterer Zug bogenförmig abgelenkt. Ein lichtstarkes scharfes Strahlenbündel, sehr charakteristisch für die Flächen f . Die Flächen y sind glatt mit einer zarten Horizontalstreifung. Sie liefern außer einem präzisen Lichtpunkt am typischen Ort kurze Züge in Zone fyo . M und l geben Züge in der Prismenzone ähnlich denen in Fig. 4c. Die Orte der Flächen M^1l^1 sind etwas verlegt durch eine Störung im Krystallbau.

Krystall 3 vom Ural (Nertschinsk?). (Taf. IX, Fig. 3a, 3b). Dicke : Breite : Höhe = 10 : 16 : 14 mm. Ein prächtiger Krystall.

Combination: $cbMmlfyhdiuo$.

Wasserhell, die Flächen glänzend mit Ausnahme der Basis und der Flächen $h = \frac{1}{2} 0$ (102). Die Basis ist matt und hat drei parallele eigentümliche Rinnen. Die für Topas selteneren h -Flächen sind hier so groß, daß sie der Combination einen eigenartigen Charakter geben. Sie sind etwas matt. An Stelle von $d = 10$ findet sich beiderseits eine kleine krumme Fläche. f ist stark vorherrschend. Dagegen sind die y nur durch gestreifte und gekrümmte Flächen vertreten.

Die Kanten sind zum Teil gezähnt und gerundet; die Flächen f und M mit Figürchen bedeckt, die teils erhöht und teils vertieft sind und von denen sich nicht entscheiden läßt, ob sie durch Wachsen oder Ätzen gebildet sind.

Das Lichtbild (Fig. 3c) ist sehr reich. Es zeigt die Hauptzonen und Hauptknoten des Topas.

Krystall 4 von Thomas Mountains (Utah). (Taf. X, Fig. 4a, 4b). Dicke : Breite : Höhe = 7 : 9 : 9 mm.

Combination: $cMlfydiuo$.

Wachsgelb, glänzend, durchsichtig. Auffallend sind die großen Vertiefungen in den stark entwickelten i -Flächen. Sie machen sich in dem Lichtbild

(Taf. X, Fig. 4c) weniger bemerkbar, als man erwarten sollte. Dagegen liefern die schönen Zeichnungen auf *M* und *l* die für diese Formen charakteristischen Lichtbilder. Im Lichtbild treten besonders die Zonenlinien *ciuom* hervor.

Krystall 5 von Thomas Mountains (Utah). (Taf. X, Fig. 5a, 5b).
Dicke : Breite : Höhe = 6 : 7 : 12 mm.

Combination: *cbMlfyduoe*.

Alle Flächen glatt und glänzend. *ciu* mit Rundungen der Kanten eingesäumt. Die Flächen der Zone *cinom* zart gestreift, daher die Lichtzüge in den entsprechenden Zonenstücken (Taf. X, Fig. 5c). Die gerundeten Kanten bringen die Lichtzüge in den Zonenstücken *df*, *di*, *fi*, kürzere Lichtzüge in den Zonenstücken *od*, *of*, *fb*, wie in Fig. 5c ersichtlich.

Krystall 6 von Thomas Mountains (Utah). (Taf. X, Fig. 5a, 6b).
Dicke : Breite : Höhe = 6 : 8 : 10 mm. Farblos.

Combination: *cMlfyduoe*.

Alle Flächen glänzend außer einer *n*-Fläche. Ferner sitzen matte und gerundete Flächen an Stelle der steilen Domen $\rho = 20$ (201). *M* und *l* tragen besonders stark entwickelte Wachstumsfiguren, wie solche in Fig. 6b angedeutet sind. Die Flächen *fyo* sind gerändert, d. h. sie tragen auf den Kanten schmale gerundete Flächen. Diese erzeugen, zusammen mit den Streifungen auf *o* und den Wachstumshügeln auf *M* und *l* das reiche Lichtbild (Taf. X, Fig. 6c). Dieses Lichtbild ist von den hier vorliegenden das reichste. Es zeigt in bezug auf Hauptknoten, Hauptzonen und Eigenart der Knoten nicht viel weniger als das Gesamtbild (Taf. XI, Fig. 7), trotzdem ein Stück des Krystalls abgebrochen ist.

Dies Beispiel zeigt, daß oft ein einziger Krystall mit seinen Rundungen, Streifungen und Wachstumsfiguren genügt, um das Formensystem einer Krystallart in seinen Hauptzügen festzulegen.

Gesamt-Lichtbild und Gesamt-Punktbild. In Fig. 7, Taf. XI sind die Reflexbilder der sechs gemessenen Krystalle zu einem Gesamt-Lichtbild vereinigt. Daneben zeigt Fig. 8, Taf. XI das Gesamt-Punktbild aller beim Topas beobachteten Formen. Beide in stereographischer Projection. Der Vergleich beider Bilder zeigt schon auf den ersten Blick eine wesentliche Übereinstimmung. Beide Bilder ergänzen und bestätigen einander. Beide geben die gleichen Hauptknoten und Hauptzonen. Beide sprechen verschiedene Sprache, die man durch weiteres Studium immer vollständiger wird lesen lernen. Auch wird man immer besser imstande sein, aus der einen Sprache in die andere zu übersetzen.

Unterschiede beider Bilder. Im Lichtbild tritt die **Eigenart der Knoten** und ihrer **Ausstrahlungen** deutlicher hervor. *f* hat einen anderen

Charakter als y , l einen anderen als M . Wieder, anders ist der von o und von d .

f wendet seine Ausstrahlung dem Pol zu, y dem Äquator. M spannt zwei Hauptzüge, einen nach dem Pol und einen in der Prismenzone, l dagegen wesentlich nur einen Zug in der Prismenzone. $b = 0\infty$ greift auffallend wenig in den Verband ein, $a = \infty 0$ gar nicht. Solche individuelle Verschiedenheiten sind im Punktbild nicht deutlich erkennbar, besonders dann nicht, wenn es nicht sehr punktreich ist.

Wir sehen im Lichtbild Ablenkungen von der Zone, deren Gesetzmäßigkeit und Ursache sich studieren läßt. Solche fehlen dem Punktbild, da dieses nur die typischen Formen umfaßt, nicht auch die abgelenkten, vicinalen.

Die relative Wichtigkeit der einzelnen Hauptknoten läßt sich im Lichtbild besser übersehen, als im Punktbild, ja oft in den Einzelbildern besser als im Gesamtbild. Dagegen gibt das Punktbild mit den zugehörigen Reihen von Symbolzahlen ein Mittel zur strengeren Diskussion des Formensystems im einzelnen. Hierbei leistet die gnomonische Projection im Verein mit den zweiziffrigen Symbolen die besten Dienste.

Höfe und Strahlenbündel. Ein auffallender Gegensatz zwischen Punktbild und Lichtbild besteht in folgendem: Im Punktbild sind die Knoten umgeben von einem leeren Hof¹⁾. Diese Höfe sind so charakteristisch, daß man an ihnen die Hauptknoten erkennt. In unserem Lichtbild ist es umgekehrt. Da strahlen von den Knoten in Richtung der Zonen kürzere oder längere Züge aus, teils streng in den Zonen, teils abgelenkt und in der Nähe der Knoten durch seitliche Ausbreitung die Winkel zwischen den Zonenlinien ausfüllend²⁾. Diese Strahlenbündel mit ihren Krümmungen und Ausbreitungen füllen gerade die Stellen aus, die im Punktbild leer geblieben sind. Es sind in beiden Bildern dieselben Zonen und dieselben Hauptknoten. Aber, wo im Punktbild die Punkte sich verdichten, setzen die Lichtzüge aus, und wo die Lichtzüge sich verdichten, haben die Hauptknoten ihren Hof. Dies ist eine merkwürdige Tatsache, die nicht zu erwarten war und deren Erklärung Licht verbreiten wird über das Wesen der entsprechenden Gebilde, von ihnen durch weiteres Schließen über das Wesen der Krystallformen und der Krystallbildung.

Wir wollen die genannten Gebilde an anderer Stelle einer besonderen Besprechung unterziehen.

Zusammenfassung. Fassen wir das Gesagte zusammen, so kommen

¹ Vgl. diese Zeitschr. 1897. 28. 422. Kryst. Proj.-Bilder. Berlin Springer 1897. Jahrb. Min. 1903. Beil.-Bd. 17. Taf. 34 Calcit.

² Vgl. N. Jahrb. f. Min. 1903. Beil.-Bd. 17. Taf. 34. Man vergleiche Fig. 22 mit Fig. 23, denke sich das rote Lichtbild Fig. 22 auf das schwarze Punktbild Fig. 23 gelegt.

wir zu folgenden Schlüssen: Die **krummen Flächen im Bau ungestörter Krystalle** liefern die Hauptknoten und Hauptzonen der Formenentwicklung für die Krystallart. Mögen die Krümmungen vom Aufbau oder Abbau herrühren, mögen sie als Ätzfiguren oder Wachstumsfiguren erscheinen, als Streifungen, Rundungen der Kanten oder Ecken, als Facettierungen, als vicinale Gebilde aller Art. Wir wollen alle diese Gebilde unter dem Begriff **Accessorien** zusammenfassen.

Jeder Krystall mit seinen Accessorien liefert einen Teil des Gesamtbildes. Es dürften jedesmal nur wenige passend ausgewählte Krystalle genügen, um das Gesamtbild zu gewinnen. Manchmal liefert ein einziger Krystall mit seinen Accessorien das ganze Formensystem der Krystallart in seinen wesentlichen Zügen. Z. B. Krystall 6 für den Topas.

Jeder Hauptknoten hat seine Eigenart in bezug auf den Reflex, d. h. in bezug auf seine wirkende Beziehung zu den anderen Knoten. Diese Eigenart findet sich an den Krystallen derselben Art von verschiedenen Fundorten und verschiedener Ausbildung, so daß man schon am Reflex die Flächenart erkennen kann.

Es dürften sich die Flächenarten (Knoten) auf Grund der spezifischen Eigentümlichkeiten ihrer Reflexe in Gruppen classificieren lassen, von denen jede ihre eigentümliche Rolle spielt, sowohl im Formensystem der Krystallart, als auch in bezug auf den inneren Bau. Bei verschiedenen Krystallarten spielt dann die gleiche Knotenart die gleiche Rolle, so daß man damit das Analoge finden und Vergleiche ziehen kann.

Das ist besonders wichtig bei flächenarmen Krystallarten, so besonders bei den künstlichen, im Laboratorium oder der Industrie erzeugten Krystallen. Letztere sind stets flächenarm, doch ist man oft in der Lage, dieselben groß zu züchten, sowie durch Wachsen und Ätzen Accessorien an ihnen zu erzeugen. Mit Hilfe dieser wird man imstande sein die Analogien, die correspondierenden, vergleichbaren Stücke zu erkennen und dadurch die Beziehungen verwandter und entfernter Arten, die Gesetze der Veränderung des Krystalls durch Änderung im Bau der Partikel zu gewinnen. Hiermit eröffnet sich ein weites Feld wichtiger Untersuchung.

Störung im Krystallbau. Alle obigen Untersuchungen und Schlüsse bezogen sich auf Krystalle, deren innerer Bau ungestört ist. Haben wir aber Krystalle vor uns mit gestörtem inneren Bau, so liefern diese krumme Flächen mit ausgedehnten Reflexen anderer Art. Kennen wir nun die Reflexzüge an ungestörten Krystallen, so können wir diese mit den gestörten vergleichen (graphisch im Projectionsbild) und hierdurch auf die Art und das Maß der Störung schließen. Auch hier erschließt sich der Forschung ein weites Gebiet.

XIX. Flächen oder Zonen als Ausgang der Formenentwicklung.

Von

V. Goldschmidt in Heidelberg.

(Hierzu Tafel XI und 5 Textfiguren.)

Zwei Auffassungen stehen einander gegenüber.

Auffassung I. Zwischen den **Hauptflächen** (Hauptknoten) spannen sich die Hauptzonen. In ihnen scheiden sich nach dem Gesetz der Complication neue abgeleitete Flächen (Knoten) aus. Zwischen diesen spannen sich neue Zonen, in denen sich wieder neue, abgeleitete Flächen einstellen.

Nach dieser Auffassung sind die Hauptflächen resp. deren Normale das Primäre, die Zonen das Abgeleitete.

Die Zone in diesem Sinn umfaßt nicht den ganzen Umkreis von 360° , sondern nur den Teil desselben zwischen zwei Endknoten. Wir nannten dies **Zonenstück**. Das Wort Zone bedeute hier und im folgenden der Kürze wegen zugleich Zonenstück. Ein Mißverständnis erscheint ausgeschlossen.

Auffassung II. Im Schnitt der **Hauptzonen** bilden sich die Hauptflächen. Dann geht die Entwicklung weiter wie oben.

Welche von beiden Auffassungen ist nun vorzuziehen? Oder, haben wir einen unentschiedenen Fall, wie bei der Frage, ob das Huhn älter sei oder das Ei? Ob eine Entscheidung möglich sei, kann durch Zusammenfassen und Prüfen der Argumente versucht werden. Es könnte ferner als gleichgültig erscheinen, welche Auffassung man wählt. Ob dies der Fall sei, läßt sich prüfen durch Ziehen der Consequenzen.

Es mögen im folgenden einige Argumente und Consequenzen zusammengestellt werden.

Als Beispiel möge im Anschluß an die vorausgehende Untersuchung (S. 377—384) das Formensystem des **Topas** herangezogen werden. Die in dem einzelnen Fall gezeigten Verhältnisse sind nicht einspruchsfrei im allgemeinen; daß sie allgemein

gelten, müßte erst nachgewiesen werden. Doch ergeben sich, soweit meine Erfahrung reicht, aus anderen Beispielen dieselben Resultate. In diesem Sinn kann der Fall Topas als ein allgemeiner angesehen werden.

Ich will im voraus bemerken, daß ich die Auffassung I vorziehe und in den Hauptknoten das Primäre sehe. Wir wollen mit den Zonen beginnen.

ad II. Hauptzonen des Primäre. Hierfür sprechen folgende Argumente.

1. Wir finden bei jeder Krystallart nur wenige Hauptzonen. So beispielsweise beim Topas die folgenden:

Hauptzonen des Topas.

$$[0] [\infty 0] [\infty] [01] [10] [\frac{1}{2}] [1] [21]$$

mit den Linearelementen: $a_0 = 0,5540$; $b_0 = 1,0483$.

Anm. Die Zonensymbole = lineare Kantensymbole mögen in [] gesetzt werden. Es genügt auch wohl eine [] um eine Reihe von Zonensymbolen. Es kann selbst diese entfallen, wenn es besonders bemerkt ist und eine Verwechslung nicht eintreten kann.

Das Zonensymbol $[ab]$ (Kantensymbol) gibt die Coordinaten des Projectionpunktes (Zonenpol) der Zonenaxe (Kante) in euthygraphischer Projection¹⁾.

Diesen Hauptzonen gegenüber stehen die Hauptknoten. Es bleibt zu untersuchen, ob die Hauptzonen oder die Hauptknoten die einfacheren sind. Das kann in den Symbolzahlen und im Projectionsbild discutirt werden. Das Einfachere wäre als das Primäre anzusprechen. Wir haben beispielsweise:

Hauptflächen des Topas.

$$\begin{array}{cccccccc} 0 & 0\infty & \infty & \infty 2 & 01 & 02 & 10 & 1 \\ c & b & M & l & f & y & d & o \end{array} \quad \begin{array}{l} \text{mit den Polarelementen: } p_0 = 1,8049 \\ q_0 = 0,9539 \end{array}$$

Die Symbole der Hauptknoten beim Topas sind etwas einfacher, als die der Hauptzonen. Das zeigt die folgende Zusammenstellung. Wir haben:

Bei den Hauptzonen

zwei Singulärformen: $[0] \cdot [\infty 0]$

drei Binärformen: $[\infty] \cdot [01] \cdot [10]$

drei Ternärformen: $[1] \cdot [\frac{1}{2}] \cdot [21]$

Bei den Hauptknoten

zwei Singulärformen: $0 \cdot 0\infty$

fünf Binärformen: $\infty \cdot \infty 2 \cdot 01 \cdot 02 \cdot 10$

eine Ternärform: 1

¹⁾ Vergl. Gdt., Index 1886, 1, 46.

Gdt., Üb. Project. u. graph. Kryst.-Berechn. Berlin 1887, S. 25, 53 flg.

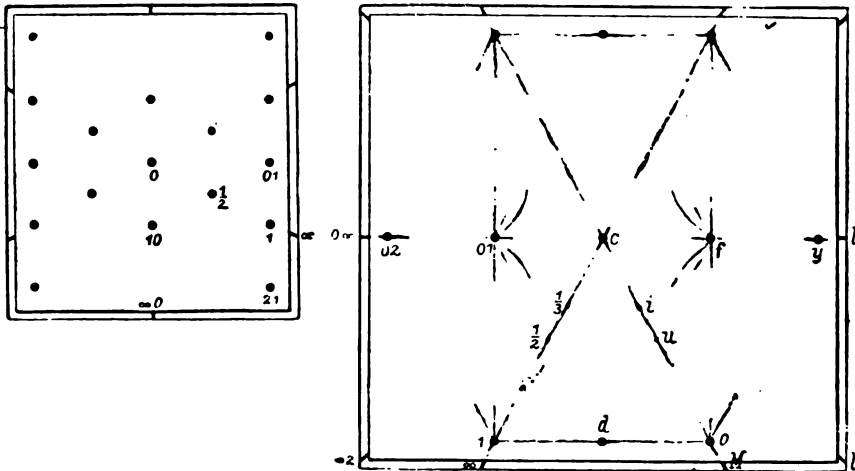
Die größere Zahl der einfacheren Binärformen (5 : 3), die kleinere Zahl der complicierteren Ternärformen (4 : 3) läßt die Reihe der Symbole der Hauptknoten als einfacher erscheinen, wie die der Hauptzonen.

Den graphischen Vergleich geben die Projectionenbilder und zwar das **euthygraphische** Bild (Textfig. 1) für die Zonen, in dem jede Zone als Punkt erscheint und das **gnomonische** (Textfig. 2) für die Flächen, in dem jede Fläche als Punkt erscheint.

In Fig. 7 und 8, Taf. XI sind die euthygraphischen Zonenpunkte eingetragen zugleich mit dem stereographischen Bild, aus dem man sie in einfacher Weise ableitet. Man gewinnt sie als Pole der gnomonischen Zonenlinien oder, was dasselbe ist, als Mittelpunkte der stereographischen Zonenkreise⁴⁾. Das Bild zeigt übersichtlich, zu welchem Zonenkreis jeder Zonenpunkt gehört. Er ist eben dessen Mittelpunkt.

Fig. 1. Topas.

Fig. 2. Topas.



Euthygraphisches Zonenbild.

Gnomonisches Flächenbild.

Einen noch übersichtlicheren Vergleich beider Auffassungen geben die folgenden **perspectivischen Projectionenbilder** Textfig. 3 und 4 auf S. 388.

Beide Bilder zeigen auf dem Projectionskörper der Polarform die Ecken und die Mitten der Kanten besetzt; in beiden haben von den drei Seiten zwei einen Mittelpunkt. Dazu treten im Zonenbild (Textfig. 3) zwei Flächen, Punkte auf in den Mitten der Diagonalen [$\frac{1}{2}$] und [21], im Flächenbild (Textfig. 4) auf einer Fläche in den Mitten der Axenzonen $y = 02$ und $l = \infty 2$.

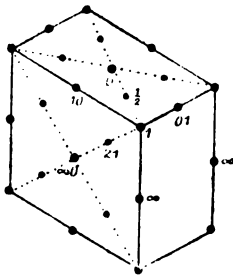
In den Projectionenbildern spricht sich graphisch das Gleiche aus, was die Symbole in Zahlen aussagen. Auch in dieser Darstellung erscheint für den Topas das Flächenbild einfacher als das Zonenbild.

4) Vgl. Gdt., Üb. Projection u. graph. Kryst.-Ber. Berlin 1887, 48.

Wir schließen, daß das zugunsten der Zonen eingeführte Argument bei näherer Untersuchung für die Flächen resp. Flächennormalen als das Primäre spricht.

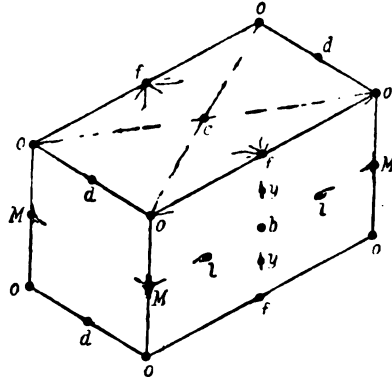
2. Zugunsten der Zonen als primäres Gebilde spricht ferner das folgende Argument: Es sind oft Zonen entwickelt (als Krümmungen, Rundungen, Streifungen) ohne Ausscheidung ebener Flächen. Ja es kann der Krystall rundum ausgebildet mit einem System von Zonen überzogen sein, ohne daß ebene Flächen daran sind.

Fig. 3. Topas.



Euthygr.-perspect. Zonenbild.

Fig. 4. Topas.



Gnomon.-perspect. Flächenbild 1).

Gegen dieses Argument spricht folgendes:

A. Es gibt auch Fälle, wo Flächen ohne Zonen auftreten. Z. B. bei derbem Magnetkies nur die Basis als Absonderungsfläche. Ebenso bei Glimmern und Chloriten sowie beim Graphit und Molybdänglanz.

B. Ist ein Krystall nur von Krümmungen überzogen, so sind die Hauptflächen (Hauptknoten) doch in der Ausbildung ausgezeichnet. Sie erscheinen als Schnitt der Reflexzüge am Goniometer, als Schnitt der Zonenlinien im Projectionsbild. Wie in unseren stereographischen Topasbildern Taf. I—III. Hier treten die Hauptknotenpunkte hervor jeder mit seiner Eigenart.

3. Manche Krystallarten bilden wesentlich eine Zone aus. Auch in dieser Zone die Einzelflächen schlecht ausgebildet. Flächen außerhalb dieser Zone (Terminalflächen) selten. Man nennt solche Ausbildung stenglige oder faserige. Sie ist sehr verbreitet.

Gegen dies Argument spricht das ad 2 Gesagte: Es ist nur der specielle Fall, wo die Hauptknoten einer Zone (Prismenzone) den Vorzug haben vor den anderen.

ad I. **Hauptknoten das Primäre.** Wir können das auch so aus-

4) Vgl. diese Zeitschr. 4893, 22, Taf. VI, Fig. 4.

drücken: Die Richtungen der Primärkräfte der Partikel stehen senkrecht auf den Hauptflächen, sie sind nicht die Axen der Hauptzonen.

Dafür sprechen wichtige Argumente:

1. Zonen sind nicht rundum (360°) gleichmäßig entwickelt; sondern nur in Stücken zwischen je zwei Knoten. Wir haben es genetisch stets mit Zonenstücken zu tun.

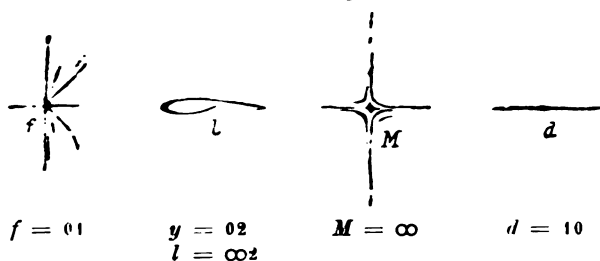
2. In jedem Zonenstück steht die Punktverteilung auffällig unter dem Einfluß der Endknoten. Zwischen Endknoten und Endknoten gilt das Complicationsgesetz. Dabei drängen die Punkte sich dichter an den stärkeren Knoten; die Dominante sitzt dem stärkeren Knoten näher, so daß man aus der Punktverteilung Schlüsse auf die relative Stärke der Knoten ziehen kann. Allerdings haben auch die Zonen beim Einschneiden einen Einfluß, aber dieser Einfluß ist secundär.

3. Jeder Hauptknoten hat seine individuelle Eigentümlichkeit, von der nicht anzunehmen ist, daß sie ihm durch den Schnitt der Zonen aufgeprägt ist.

Diese individuelle Eigentümlichkeit der Hauptknoten (Hauptflächen) zeigt sich deutlich in der Art der Reflexzüge, die von solchen Knoten ausgehen. Wir erkennen sie im Projectionsbild der Lichtzüge, wovon Fig. 7, Taf. XI ein Beispiel gibt. Der Charakter der einzelnen Knoten in bezug auf ihre Lichtzüge ist auch in den direct mit dem Punktsignal am Goniometer beobachteten Reflexen kenntlich. Er wiederholt sich bei derselben Form einer Krystallart, nicht nur bei Krystallen desselben Fundorts. So zwar, daß man oft schon an der Art der Reflexe erkennt, welche Fläche man vor sich hat, wenn man mit einer Krystallart einige Zeit arbeitet.

Mehr als das. Derselbe Charakter gewisser Knoten wiederholt sich bei wechselnder Krystallart, zunächst bei isomorphen Arten, dann bei ganz verschiedenen.

Fig. 5. Topas.



Beispiel. Es gibt Knoten, von denen ein Kranz von Zonen ausstrahlt, rundum oder einseitig z. B. beim Topas $f = 04$; Textfig. 5, andere, von denen ein mandelförmiger Zug ausgeht z. B. Topas $y = 02$, $l = \infty2$ ¹⁾.

1) Vgl. diese Zeitschr. 1893, 22, Taf. VI, Fig. 1; 1897, 28, Taf. VII, Fig. 28.

wieder andere die ein rechteckiges Kreuz zeigen, z. B. $M = \infty$ oder ein schiefwinkliges. Wieder andere nur einen Lichtzug in einer Zone, z. B. $d = 10$.

Nach diesem Verhalten lassen sich **Typen von Knoten** aufstellen, von denen jeder seinen formellen Charakter hat, der in Worte und Begriffe gefaßt werden kann; schematische Bilder können ihn anzeigen. Wir könnten z. B. von Kreuzknoten sprechen, von Knoten mit mandelförmigem Zug usw. Das Studium solcher Gebilde ist erst im Beginnen. Es ist ein schönes Feld für krystallographische Beobachtung. Erst, wenn mehr Material gesammelt ist, und das Gebiet sich besser übersehen läßt, möge die **Klassifikation der Knoten** durchgeführt werden.

Es kann mit Sicherheit angenommen werden, daß jeder Eigenart der Knoten eine Eigentümlichkeit der Rolle entspricht, die der Knoten in der Entwicklung des Formensystems spielt. So wird es möglich sein, nachdem die Gesetze dieser Beziehung gefunden sind, aus dem Anblick des Knotens mit seinen Reflexzügen auf die Rolle in der Formenentwicklung zu schließen, selbst ohne Kenntnis des übrigen Formensystems. Sicherer freilich bei Zuziehung alles sonst Bekannten.

Wir können noch weiter gehen. Wir hatten die Hypothese aufgestellt, jeder Primärknoten entspreche dem Sitz eines discreten Massenteilchens (Molekül, Atom) in der Partikel. Ist das richtig, so bildet sich in der Eigenart des Knotens etwas ab von der Eigenart des correspondierenden Massenteilchens. Trifft das zu, so haben wir in der Eigenart des Knotens, die wir in seinem Reflex studieren, ein Mittel auf die Eigenart der correspondierenden Massenteilchen und deren Beziehungen zu den Nachbarn zu schließen. Zunächst könnten wir den Schluß machen, daß Ähnliches Ähnlichem, Gleiches Gleichem entspricht und so die Analogien finden.

Ein kleiner Versuch zu solchen Schlüssen wurde beim Quarz gemacht¹⁾. An anderer Stelle soll ein weiterer Ausbau in dieser Richtung versucht werden. Hier handelt es sich für uns zunächst darum, zu zeigen, daß die Flächenpunkte das genetisch Primäre sind, daß ihre Normalen die Richtung der Primärkräfte anzeigen. Bewähren sich die Schlüsse auf den inneren Bau durch ihre Konsequenzen, so bilden sie eine Stütze für obige Annahme.

4. **Strukturflächen**, besonders **Spaltflächen** betrachten wir als senkrecht zu Vorzugsrichtungen der Attraction der Partikel (Cohäsion). Sie liegen parallel Hauptflächen des Krystals, nicht etwa senkrecht zu dessen Hauptzonen.

5. Mit **Zwillingsebenen** (u) und **Verwachsungsebenen** (v) bei **Zwillingbildung** ist es ähnlich. Dort finden wir als u und v vorzugsweise

¹⁾ Vergl. diese Zeitschr. 4899, 82, 64, 65, sowie Taf. II, Fig. 20, 21.

die Hauptflächen, seltener und minder wichtig die Zonenebenen. Wo Hauptflächen und Hauptzonen zusammenfallen, erhält eine solche Fläche doppelten Vorzug. Dies ist ein häufiger Fall. So ist beim Spinellgesetz die Zwillingssebene, meist auch Verwachsungsebene des Oktaëders zugleich eine wichtige Zonenebene senkrecht zu sechs Dodekaëderflächen.

Zusammenfassung. Fassen wir die Argumente zugunsten beider Auffassungen zusammen, so kommen wir zu folgendem Schluß:

Als das **genetisch Primäre** sind die **Flächen** anzusehen, erst in **zweiter Linie** stehen die **Zonen (Kanten)**. Es breitet sich nicht eine Fläche zwischen zwei Kanten aus, vielmehr entsteht die Kante im Schnitt zweier Flächen.

Anmerkung. Bei den Lösungskörpern¹⁾ ist dies umgekehrt. Dort sind die Ecken das primäre Gebilde, dann folgen die Kanten, zuletzt die Flächen. Da bezeichnen aber auch die Ecken den Ort der Normalen der Krystallflächen, die Kanten den Ort der Zonen.

Bei den Flächen ist als das genetisch Wirksame die Flächennormale anzusehen; die Richtung der Partikel-Attraktionskraft. Ihr Vertreter ist der Knoten im Punktbild. Bei den Zonen ist als das genetisch Wirksame die Zonenebene anzusehen, der Inbegriff der in dieser Ebene liegenden Partikelkräfte, der Flächennormalen der Zone. Die Kante (mit ihrem Pol, dem linearen Projectionspunkt der Zone) dürfte genetisch nicht wirksam sein, außer in solchen Fällen, wo sie zugleich Flächennormale ist.

1) Jahrb. f. Min. 1904, Beil.-Bd. 18, 335.

XX. Über den Ardennit.

Von

Wilhelm Prandtl.

(Mitteilung aus dem Laboratorium für angewandte Chemie
der königl. Universität München.)

Der Ardennit wurde um das Jahr 1872 auf einem Quarz gange in Salm-Château bei Ottrez in den Ardennen (Belgien) gefunden. Er nimmt unter den vanadinhaltigen Mineralien sowohl, wie unter den Silicaten eine gesonderte Stellung ein: er ist das einzige Silicat, in dem Vanadin in unzweifelhafter Weise als integrierender Bestandteil nachgewiesen wurde. Diese Sonderstellung ist der Grund, daß dem Ardennit in der Systematik der Mineralien ein wirklich passender Platz bisher nicht zugewiesen werden konnte.

Da ich mich gegenwärtig mit der Chemie des Vanadins beschäftige, veranlaßte mich Herr Prof. P. von Groth zu einer Untersuchung dieses Minerals, besonders um festzustellen, in welcher Form das Vanadin darin vorhanden sei. Die wenigen Autoren, die bisher den Ardennit untersucht haben¹⁾, nehmen an, daß das Vanadin darin als Vanadinsäure, also fünfwerthig, vorhanden sei, ohne jedoch einen Beweis für die Richtigkeit ihrer Annahme zu erbringen. Da nun der Ardennit eine beträchtliche Menge von Thonerde enthält, hielt Herr Prof. v. Groth es für möglich, daß dreiwertiges Vanadin, das ja mit Thonerde isomorph ist und Alaune bildet²⁾, einen Teil der Thonerde isomorph vertrete.

Auf Grund der bisherigen Analysen wurde dem Ardennit die Formel $Si_{10}V_2O_{55}Al_{10}Mn_{10}H_{10}$ zuerteilt.

1) v. Lasaulx, N. Jahrb. f. Mineralogie usw. 1872, 930. — Pisani, Compt. rend. 1872, 75, 1542; 1873, 77, 329. — v. Lasaulx und Bettendorff, Pogg. Ann. 1873, 149, 244. — Bettendorff, Pogg. Ann. 1877, 160, 426.

2) Piccini, Zeitschr. f. anorg. Chem. 1896, 11, 406; 1897, 13, 441. In der Natur ist dreiwertiges Vanadin als Vertreter der Thonerde weit verbreitet im Vana-
dinglimmer (Roscoelith).

Das zu meiner Untersuchung nötige Material bezog ich von Dr. F. Krantz in Bonn. Ich erhielt drei Stücke, von denen ich das beste zur Analyse auswählte. Es war ein kolophoniumbraunes, parallelstengeliges Aggregat auf dichtem, weißem Quarz, das sich von seiner Unterlage leicht abtrennen ließ. Das Mineral (ca. 5 g) wurde grob gepulvert und zur Befreiung von etwa anhaftenden Quarzsplintern in eine Lösung von Baryumquecksilberjodid vom spec. Gew. 3,35 eingetragen. Fast alles sank rasch unter; das wenige Suspensierte und Schwimmende wurde abgegossen, der Rückstand mit Jodkaliumlösung und Wasser gewaschen, wobei besonders darauf geachtet wurde, daß sich kein Quecksilberjodid ausschied. Obwohl sich das so gereinigte Mineral schon vollständig homogen zeigte, wurde es nochmals in die Baryumquecksilberjodidlösung eingetragen, wobei alles rasch untersank. Der gewaschene und bei 100° getrocknete Ardennit stellte dann durchscheinende, kolophoniumähnliche Körner vom spec. Gew. 3,657 bei 18° dar, die auch unter der Lupe vollständig einheitlich erschienen.

Es wurde fein gepulvert und durch einen nicht fasernden leinenen Lappen gebeutelt. Das hellgelbbraune Pulver gibt erst nach längerem Glühen auf dem Gebläse sein Wasser vollständig ab, färbt sich dabei dunkelbraun und sintert schließlich zusammen.

Die Analyse ergab folgendes Resultat:

<i>SiO₂</i>	27,77
<i>As₂O₅</i>	9,91
<i>V₂O₅</i>	0,81
<i>Al₂O₃</i>	25,25
<i>Fe₂O₃</i>	0,53
<i>MnO</i>	22,70
<i>MgO</i>	5,20
<i>CaO</i>	1,44
<i>FeO</i>	0,65
<i>H₂O</i>	5,24 ¹⁾
	99,50

Über die Ausführung der Analyse ist folgendes zu bemerken:

Das Mineral wurde mit Natriumcarbonat und etwas Natriumnitrat geschmolzen, die dunkelgrüne Schmelze in Wasser gelöst, die Lösung durch Zusatz von Wasserstoffsuperoxyd (absolut chemisch rein von E. Merck) entfärbt. Dann wurde filtriert: der Rückstand (R) enthält alles Mangan, Eisen, Magnesium und Calcium, und einen Teil der Kieselsäure und der Thonerde; die Lösung (L) alle Arsen- und Vanadinsäure, ferner den Rest

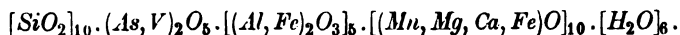
¹⁾ Als Gluhverlust bestimmt; der wirkliche Wassergehalt dürfte etwas höher sein, da das Manganoxydul beim Glühen unter Sauerstoffaufnahme in Oxyduloxyd übergeht.

der Kieselsäure und der Thonerde. Um sicher zu sein, daß R kein Arsen und Vanadin mehr enthalte, wurde er nochmals mit Soda und Natriumnitrat geschmolzen usw. Während das hierbei in Soda Lösliche (SiO_2 und Al_2O_3) mit L vereinigt wurde, wurde im Rückstande die Kieselsäure, ferner Thonerde, Eisen, Mangan, Calcium und Magnesium in der üblichen Weise getrennt. — Aus dem sodalöslichen Anteil L wurde zuerst die Kieselsäure durch Salzsäure und dann das Arsen durch Schwefelwasserstoff abgeschieden. Im Filtrate wurde die Thonerde mit Ammoniak gefällt; sie fällt zwar, wie schon Bettendorff angibt, vanadinhaltig aus; durch wiederholtes Füllen mit Ammoniak konnte aber bei der geringen Menge Vanadin in dem untersuchten Ardennit eine fast völlig vanadinfreie Thonerde erzielt werden. Sie war nach dem Glühen rein weiß; ein Vanadiningehalt ließ sich zwar durch die Wasserstoffsuperoxydreaction eben noch nachweisen, jedoch nicht mehr quantitativ (titrimetrisch) bestimmen.

Aus den vereinigten Filtraten von den Thonerdefällungen wurde das Vanadin durch Bleiacetat gefällt usw. und schließlich mit Permanganat titriert.

Um festzustellen, in welcher Form Arsen und Vanadin vorliegen, wurde ca. 4 g des Ardennits im Einschmelzrohre in einer Kohlensäureatmosphäre mit verdünnter Schwefelsäure (2 Teile concentrirte Schwefelsäure, 4 Teil Wasser) ca. 8^h auf 150° erhitzt. Der Ardennit wird hierbei völlig zersetzt: das Rohr enthält eine klare, schwach grünblaue Lösung und farblose voluminöse Kieselsäureflocken. Der Rohrinhalt wurde mit Permanganat titriert: 0,9259 g Ardennit beanspruchten zur Oxydation nur 0,002664 g KMnO_4 oder 0,0006735 g Sauerstoff.

Es muß also das Arsen und somit auch das Vanadin in der fünfwertigen Form vorliegen; denn nachdem der Ardennit so beträchtliche Mengen Arsen enthält, kann das Vanadin nur als isomorpher Vertreter des Arsens betrachtet werden, mit dem es auch in den meisten übrigen Vanadinmineralien zusammen vorkommt. Auch die grünlichblaue Farbe der schwefelsauren Lösung deutet darauf hin; diese Farbe besitzen saure Vanadatlösungen, die zum Teil zu vierwertigem Vanadin reducirt sind. Die Reduction geschah in unserem Falle zweifellos durch Eisenoxydul. Aus diesem Grunde wurde der obige Permanganatverbrauch als FeO in Rechnung gebracht. Die procentische Zusammensetzung des untersuchten Ardennits ergibt mit großer Annäherung die Formel:



Die obige Analyse bestätigt im allgemeinen die bisher veröffentlichten und nähert sich besonders der Analyse der Probe I bei Bettendorff, Pogg. Ann. 1877, 160, 126—131. Sie erbringt außerdem den Beweis, daß Arsen und Vanadin im Ardennit fünfwertig sind. Über die Constitution

des Ardennits kann man natürlich nur Vermutungen hegen; ich betrachte ihn als ein Mangan-Thonerdesalz einer complexen Kieselarsen- bzw. Kieselvanadinsäure. Verwandte bzw. Analoge einer derartigen Säure sind künstlich bereits erhalten worden. Berzelius¹⁾ z. B. erhielt die Verbindung $2V_2O_5 \cdot 2P_2O_5 \cdot 3SiO_2 + 6H_2O$; ferner lassen sich die Titanphosphorsäuren als analoge Verbindungen betrachten.

Im Anschlusse an diese Vermutungen möchte ich einen Vorschlag betreffend die Stellung des Ardennits in der Systematik der Mineralien vom chemischen Standpunkte aus machen. Die Mineralien Pyrochlor, Dysanalyt, Äschynit, Polymignit, Polykras und Euxenit enthalten als säurebildende Bestandteile vier- und fünfwertige Elemente: Titan und seine isomorphen Vertreter (Silicium, Zirkonium und Thorium) einerseits, Niob (und Tantal) andererseits. Sie können nur als Salze complexer Titanniobsäuren usw. betrachtet werden. Bei den Schwierigkeiten, welche die Analyse aller dieser Mineralien bietet, und bei der dadurch verursachten Unsicherheit der Resultate, ist es vorerst noch ein wenig aussichtsreiches Unternehmen, bestimmte Formeln für derartige Säuren mit einiger Sicherheit aufzustellen; soviel dürfte jedoch wahrscheinlich sein, daß der verhältnismäßig noch einfach zusammengesetzte Ardennit mit ihnen in eine Gruppe zu stellen ist, welche alle Mineralien umfaßt, in denen complexe Säuren zwischen vier- und fünfwertigen Elementen als chemisches Charakteristikum anzunehmen sind.

Ich hoffe, bald an einem anderen Orte über derartige synthetisch dargestellte Verbindungen berichten zu können.

1) Pogg. Ann. 1834, 22, 4.

XXI. Auszüge.

1. E. Sommerfeldt (in Tübingen): Studien über den Isomorphismus (Neues Jahrb. f. Min., Geol. u. Pal. 1902, 2, 43—62).

Es wird versucht, den Einfluß des Lösungsmittels auf die Mischkrystallbildung zu verfolgen.

I. Mischkrystalle, die sich aus einer ammoniakalischen Kupfersulfat- + Ammoniumsulfatlösung bilden. Aus einer wässrigen Ammoniumsulfatlösung, der eine geringe Menge Kupfervitriol und Ammoniak zugesetzt sind, scheiden sich tiefblau gefärbte Mischkrystalle aus, die krystallographisch dem Ammoniumsulfat außerordentlich nahe stehen. Die Krystalle besitzen eine nach dem Kupfergehalte der Lösung wechselnde rein blaue Farbe. Inhomogenität war nicht zu beobachten.

Combination wie bei reinem Ammoniumsulfat: {001}, {110}, {010}, {111}, {011}, {021}, oft auch {112}. Meist einfache Krystalle; Zwillinge nach {110}.

Reines (NH ₄) ₂ SO ₄ (Rammelsberg, bezw. v. Lang):	Mischkrystalle aus NH ₃ -haltiger (NH ₄) ₂ SO ₄ + CuSO ₄ -Lösung (Sommerfeldt):
(110):(110) = 58° 48'	58° 45'
(011):(011) 72 20	72 22
(021):(021) 111 21	111 17

Die Krystalle enthalten freies NH₃, die in ihnen enthaltene Kupferverbindung ist frei von Krystallwasser:

	I. Kupferärmere Mischkrystalle:	II. Kupferreichere Mischkrystalle:
CuO	1,36	2,21
NH ₃	25,62	25,79
SO ₃	59,70	59,20

Die Färbung wird zurückgeführt auf das Auftreten des Cupritetrammin-sulfats. Darnach

Zusammensetzung der Mischkrystalle I.

	Berechnet als Mischkrystalle von 3,87 CuSO ₄ ·4NH ₃ und 96,13 (NH ₄) ₂ SO ₄			Berechnet als Mischkrystalle von 3,31 CuSO ₄ ·2NH ₃ und 96,69 (NH ₄) ₂ SO ₄		
	CuSO ₄ ·4NH ₃	(NH ₄) ₂ SO ₄	Summe:	CuSO ₄ ·2NH ₃	(NH ₄) ₂ SO ₄	Summe:
CuO	1,36	—	1,36	1,36	—	1,36
NH ₃	1,16	24,77	25,93	0,58	24,91	25,49
SO ₃	1,37	58,25	59,62	1,37	58,60	59,97

Mischkrystalle II.

Berechnet als Mischkrystalle von 6,32 $\text{CuSO}_4 \cdot 4\text{NH}_3$ und 93,68 $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$				Berechnet als Mischkrystalle von 5,39 $\text{CuSO}_4 \cdot 2\text{NH}_3$ und 94,61 $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$			
$\text{CuSO}_4 \cdot 4\text{NH}_3$	$(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$	Summe:		$\text{CuSO}_4 \cdot 2\text{NH}_3$	$(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$	Summe:	
CuO	2,21	—	2,21	2,21	—	2,21	
NH_3	1,89	24,13	26,02	0,95	24,37	25,32	
SO_3	2,22	56,78	59,00	2,23	57,34	59,57	

Daß das in den Mischkrystallen enthaltene Kupfersalz die Formel $\text{CuSO}_4 \cdot 2\text{NH}_3$ nicht hat, was nach dieser Zusammenstellung noch möglich wäre, soll aus den Eigenschaften dieses Salzes und daraus hervorgehen, daß Mischkrystalle mit höherem Kupfergehalte nicht erhalten wurden.

Optische Anomalien wurden nicht beobachtet. Verf. rechnet die erhaltenen Krystalle zu den isomorphen Mischkrystallen. [Neuere Angaben über die Zugehörigkeit der vom Verf. untersuchten Krystalle zu isomorphen oder »anormalen« Mischkrystallen siehe bei Johnsen, Neues Jahrb. f. Min. usw. 1903, 2, 119 ff. Ref. später.]

II. Mischkrystalle, die sich aus ammoniakalischer Kupfersulfat-Kaliumsulfatlösung bilden. Waren die Mischkrystalle von Ammoniumsulfat und des angegebenen Kupferammoniumsulfates wirklich isomorph, so mußten auch Mischkrystalle von Kaliumsulfat mit demselben Kupferammoniumsulfat zu erhalten sein. An so erhaltenen kupferhaltigen Mischkrystallen wurde beobachtet:

$$\begin{aligned} (110):(1\bar{1}0) &= 59^\circ 27' \quad (59^\circ 30') \\ (011):(0\bar{1}1) &= 73 \quad 33 \quad (73 \quad 28) \\ (021):(0\bar{2}1) &= 112 \quad 25 \quad (112 \quad 22) \end{aligned}$$

In Klammern Werte für reines K_2SO_4 nach Rammelsberg. Zwillinge und pseudohexagonale Drillinge nach $\{110\}$. Optische Eigenschaften anscheinend vollkommen rhombisch, ohne Anomalien.

III. Mischkrystalle, die sich aus einer ammoniakalischen Kupferchlorid-Ammoniumchloridlösung bilden. Aus einer wässrigen Salmiaklösung, die mit etwas Kupferchlorid und Ammoniak versetzt war, wurden größere intensiv gefärbte Keulen oder sternförmige Aggregate und außerdem farblose Salmiakskelette erhalten. Die völlig isotropen Krystalle wurden von $\{112\}$ begrenzt, das nach einer dreizähligen Axe verzerrt erscheint.

Zusammensetzung:

	Empirische Zusammen- setzung:	Berechnet als Mischkrystalle 4,63 $\text{CuCl}_2 \cdot 4\text{NH}_3$ und 98,37 NH_4Cl		
		NH_4Cl	$\text{CuCl}_2 \cdot 4\text{NH}_3$	Summe:
Cu	0,51	—	0,51	0,51
Cl	65,91	65,26	0,57	65,83
NH_3	31,48	31,24	0,55	31,79

Verf. vermutet, daß $\text{CuCl}_2 \cdot 4\text{NH}_3$ oder $\text{CuCl}_2 \cdot 2\text{NH}_3$ das beigemischte Kupfersalz ist.

IV. Zur Bestimmung, ob die beschriebenen Fälle von Mischkrystallen dem Typus adsorptionsartiger Mischkrystalle unterzuordnen sind, untersuchte Verf. Mischkrystalle von Jod und Jodkalium. Jod wird von Jodkaliumkrystallen

aufgenommen, auch wenn beide nicht in directe Berührung gebracht werden. Stärker jodführende Körper ergeben sich bei der freiwilligen Verdunstung von Jodauflösung in wässriger Jodkaliumlösung. Die mikroskopische Untersuchung der meist inhomogenen, schichtenförmig wechselnden Krystalle lehrte, daß der adsorbierte Stoff nur an der Oberfläche haftete, aber nicht die ganze Schicht homogen durchdrungen hatte, was in Gegensatz zu den echten isomorphen Mischkrystallen zu bringen ist.

Daraus wird gefolgert: Bei isomorphen Mischkrystallen schreitet das Wachstum in Schichten von stets gleichbleibender procentischer Zusammensetzung fort, so lange die thermodynamischen unabhängigen Variablen (Concentration der flüssigen Phase, Druck, Temperatur) als annähernd constant betrachtet werden dürfen; nur bei adsorptionsartigen Mischkrystallen kann unter diesen Umständen eine Zonarstruktur zu Stande kommen.

Ref.: Erich Kaiser.

2. F. Zambonini (in Rom): **Kurzer Beitrag zur chemischen Kenntnis einiger Zeolithe der Umgegend Roms** (N. Jahrb. f. Min., Geol. u. Pal. 1902. 2, 63—96).

I. Phillipsit von Vallerano, Casal Brunori und Mostacciano. Die Krystalle von Vallerano sind häufig zu radialfaserigen Kügelchen oder auch zu kleinen Büschelchen vereinigt. Isolierte, aber sehr schön ausgebildete Krystalle sind seltener. Der Phillipsit wird in den Hohlräumen des Leucitits von Leucit (Körner und Krystalle), Augit (schwarz; {100}, {010}, {110}, {111}, {221}, {021}, {111}, häufig Zwillinge nach {100}), Pseudonephelin, Magnetit ({110}, {111}, {311} vergl. Strüver, diese Zeitschr. 1, 225), Phakolith (selten), Gismondin und sehr seltenem Melilith ({100}, {001}, gelb, etwas zersetzt) und etwas Breislakit begleitet. Kalkspat in Überzügen, Körnern und regelmäßigen Skalenoëdern {201}.

Die Krystalle zeigen verschiedene Zwillingsbildungen, die gegenüber den bekannten nur wenig abweichen.

Zu Casal Brunori zeigen sich gleiche Zwillingsbildungen, am häufigsten kurzprismatische oder pseudooktaëdrische Krystalle.

Für Phillipsitkrystalle von Vallerano mit etwa 42 % SiO_2 betrug der Gewichtsverlust bei

	93°	3,06 %
•	129	9,15
	154	9,81
	181	10,69
	238	11,41

I. Vallerano; farblose, halbdurchsichtige, radialfaserige Halbkugel.

II. - Büschel von wasserhellen Kryställchen.

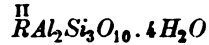
III. Casal Brunori; farblos.

IV. - - große Kreuzkrystalle, vollkommen durchsichtig.

	I.	II.	III.	IV.	V.
SiO_2	41,37	43,79	40,01	39,34	43,90
Al_2O_3	23,15	23,77	25,98	25,82	24,88
CaO	8,03	5,28	9,16	9,44	13,66
K_2O	9,38	10,93	7,49	7,43	—
H_2O	17,73	16,04	17,46	17,81	17,56
Summe	99,66	99,81	100,10	99,84	100,00

Diese Analysen gehören zu den bisher untersuchten kieselsäureärmsten Varietäten.

Aus den Analysen wird die Formel



abgeleitet, welche die Zahlen unter V. erfordert.

Es scheint nun, daß das Kali mit dem SiO_2 -Gehalte zunimmt, während Kalk abnimmt. Vielleicht könnten die Phillipsite der römischen Leucitite (nicht aber die anderer Fundorte) als Mischungen der zwei Silicate



zu deuten sein.

Die im Leucitit von Casal Brunori und Mostacciano auftretenden oktaëdrischen Krystalle zeigen eine abweichende chemische Zusammensetzung und werden als Pseudophillipsit bezeichnet.

I. Casal Brunori; durchsichtige, bläuliche Krystalle.

II. - - bläuliche Kügelchen.

III. - - krystallinische Ausfüllung einer dreieckigen Höhlung (6 cm) im Leucitit.

IV. Mostacciano; durchsichtige, fast farblose Krystallgruppen.

V. Entspricht der Formel $\overset{\text{II}}{R}_2Al_4Si_5O_{18} \cdot 9H_2O$, $R = Ca$.

	I.	II.	III.	IV.	V.
SiO_2	37,79	38,02	38,24	37,84	38,56
Al_2O_3	25,55	24,98	25,69	26,19	26,22
CaO	11,84	11,15	10,08	10,98	14,40
K_2O	4,16	3,54	6,82	4,63	—
H_2O	20,60	22,01	19,45	19,84	20,82
Summe	99,94	99,70	100,25	99,48	100,00

Gewichtsverlust bei:

54°	1,37 °
75	2,07
95	3,03
126	6,00
129	6,28
159	12,77
212	14,59
238	14,71
Rotglut	20,32
Hellrotglut	20,48

Das geglühte Mineral nimmt in einem feuchten Medium einen Teil des verlorenen Wassers wieder auf.

Während die Zusammensetzung des Phillipsits wechselt, ist die des Pseudophillipsits constant trotz Gleichheit in der Krystallform. Der letztere bildet chemisch ein Zwischenglied zwischen Phillipsit und Gismondin.

II. Gismondin. Verf. weist in einem ausführlichen historischen Überblick darauf hin, wie häufig der Gismondin mit Phillipsit bis in die neuere Zeit wechselt worden sei.

Die scheinbar einfachen oktaëdrischen Krystalle von Capo di Bove und Mostacciano zeigen eine Streifung auf den einzelnen Flächen, die in Zusammenhang steht mit den optischen Eigenschaften der monosymmetrischen Krystalle, infolge des Zerfalles in einzelne Sektoren, völlig übereinstimmend mit den Deutungen von Rinne an Gismondin von Böhne in Westfalen (diese Zeitschr. 20, 302).

I. Vallerano; gelblich, halbdurchsichtig.

II. Capo di Bove; Krystalle von gewöhnlichem Aussehen intensiv mit Kalkspat verwachsen.

III. Mostacciano.

	I.	II.	III.	IV.
SiO_2	33,45	33,86	33,48	34,28
Al_2O_3	28,38	27,92	28,21	29,14
Fe_2O_3	0,17	—	—	—
CaO	14,54	14,41	14,76	16,00
K_2O	2,44	2,33	2,23	—
H_2O	20,92	20,97	21,09	20,58
	99,90	99,49	99,77	100,00

Daraus:	$SiO_2 : Al_2O_3 : RO : H_2O$			
I.	2	:	1	: 1,04 : 4,16
II.	2,06	:	1	: 1,03 : 4,25
III.	2,01	:	1	: 1,04 : 4,23.

Die Formel $CaAl_2Si_2O_8 \cdot 4H_2O$,

in der ein kleiner Teil Ca durch K_2 ersetzt ist, erfordert die Zusammensetzung unter IV.

III. Phakolith von Vallerano und Mostacciano zeigt nur $\{11\bar{2}3\}$; verzwillingt; mit feiner Federstreifung. Aus dem Winkel:

$$\begin{array}{lcl} (11\bar{2}3) : (2\bar{1}13) & = & 34^\circ 38' - 34^\circ 44' \quad \text{Mittel } 34^\circ 40' \\ (11\bar{2}3) : (11\bar{2}3) & & 106^\circ 32' - 106^\circ 45' \quad - \quad 106^\circ 40' \end{array}$$

$$a : c = 1 : 1,1167 \quad (1,13029 \text{ vom Rath}).$$

Neben $\{11\bar{2}3\}$ tritt in sehr kleinen Flächen an einem Handstücke von Vallerano noch $\{02\bar{2}1\}$ auf.

I. Krystalle von Vallerano.

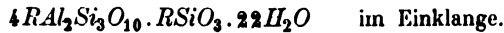
II. Kügelchen von Casal-Brunori.

	I.	II.
SiO_2	40,51	41,32
Al_2O_3	20,99	21,60
CaO	10,27	9,34
K_2O	6,52	6,46
H_2O	20,98	21,63
	99,27	100,53

Gewichtsverlust bei:	85°	3,96 %
	95	4,08
	132	5,91
	185	9,80
	218	15,90

Die beiden Analysen stellen das SiO_2 -ärmste und RO -reichste Glied der Chabasitreihe dar; ferner ist $RO:Al_2O_3 > 1$. [$RO:Al_2O_3 = 1:0,82$ (Vallerano) bzw. $= 1:0,90$ (Casal Brunori)]. Damit treten diese Analysen zusammen mit denen von Gonnard (diese Zeitschr. 21, 265) [$RO:Al_2O_3 = 1:1,45$] und Rimatori (diese Zeitschr. 34, 286) [$RO:Al_2O_3 = 1:1,53$] aus den bisherigen Erklärungsversuchungen für Chabasit heraus.

Mit den Analysen des Verfs. steht die Formel



Ref.: Erich Kaiser.

3. S. Franchi (in Rom): Über Feldspat-Uralitisierung der Natron-Thonerde-Pyroxene aus den eklogitischen Glimmerschiefern der Gebirge von Biella (Graffische Alpen) (N. Jahrb. f. Min., Geol. u. Pal. 1902, 2, 112—126, 3 Tafeln).

In Eklogiten und eklogitischen Glimmerschiefern zeigt sich eine Umwandlung der thonerdehaltigen Natronpyroxene zum Teil in Plagioklas, zum anderen Teile in Amphibol unter gleichzeitiger Bildung der gewöhnlichen secundären Mineralien, welche die gemeine, einfache Uralitisierung begleiten. Der Ausdruck »Feldspat-Uralitisierung« soll den Ausdruck »ouralitisation et feldspatisation« von Lacroix ersetzen, der eine ähnliche Umwandlung beschrieb (Minéralogie de la France 1, 582).

Die wichtigsten Gemengteile der beiden Arten von Gesteinen sind: Natron-Pyroxen (Analyse von Zambonini, diese Zeitschr. 37, 388—389), Granat, häufig in Chlorit, Biotit und in andere nicht näher bestimmbare Mineralien von wurmförmiger oder poikilitischer Structur umgewandelt, Natron-Amphibol, zuweilen durch Uralitisierung des Pyroxens entstanden, zuweilen aber auch primär (vgl. Zambonini, diese Zeitschr. 40, 91), weißer Glimmer. Zuweilen tritt Disthen, accessorisch Feldspat, Quarz auf; sehr häufig sind Ilmenit, Anatas (?) und Titanit, seltener Apatit und Zirkon; an secundären Mineralien Zoisit, Epidot, Chlorit und Kalkspat.

Pyroxen mit Auslöschung $c:c = 41^\circ$ und der Doppelbrechung $\alpha - \gamma = 0,019 - 0,020$ ist von einem ausgedehnten Feldspathofe von bald einheitlicher, bald vielfach wechselnder Orientierung mit zahlreichen eingelagerten Amphibolnadelchen umgeben. Auch entfernt liegende Amphibolnadelchen sind bei manchen Umwandlungen mit dem Pyroxen gleich orientiert, von dem sie durch ein mosaikartiges Aggregat oder auch durch größere parallel gelagerte Feldspat. individuen getrennt sind. Neben Glaukophan zeigen sich in dem Feldspat in vielfach wechselnder Menge auch sehr zahlreiche, dünne, bläuliche und meergrüne Amphibolnadelchen, Sericitblättchen, Epidotkörner, sowie Titanit und Chlorit. Wie beim Amphibol, so wechselt wahrscheinlich auch beim Feldspat die chemische Zusammensetzung, doch ließ sich nur feststellen, daß es sich um saure **Plagioklase** der Oligoklas-Albitreihe handelt.

Diese Umwandlung wird auf die Anwesenheit des Jadeitmoleküls $Na_2Al_2Si_4O_{12}$ in dem Natron und Thonerde haltigen Pyroxen zurückgeführt. Durch Aufnahme von $2SiO_2$ entsteht daraus Albit. Die übrigen Bestandteile des Pyroxens führen zur Bildung der gewöhnlichen Producte der Uralitisierung (Amphibol und Epidot).

Ref.: Erich Kaiser.

4. L. Kraft (in Essen): Die Phosphoritführung des vogtländischen Obersilurs und die Verbreitung des Phosphorits im Altpaläozoicum Europas (N. Jahrb. f. Min., Geol. u. Pal. 1902, Beil.-Bd. 15, 1—65, 2 Tafeln).

Die drei verschiedenen Stufen (1. Kieselschiefer, 2. Ockerkalk, 3. Alaunschiefer) des Obersilurs im thüringisch-sächsischen Vogtlande zeichnen sich durch einen fein verteilten Phosphatgehalt, die Kieselschiefer und namentlich die Alaunschiefer durch die Führung von local sehr reichlichen Phosphoritknollen aus.

Die am häufigsten ellipsoidischen Knollen zeigen eine große Vielgestaltigkeit der Form; Ellipsoide erreichen in der Richtung der größten Axe 3 bis 40 cm, Kugeln 2—6 cm; die Oberfläche ist scharf begrenzt. Farbe schwarz, bei beginnender Verwitterung dunkelgrünlichgrau, zuletzt hellgrau. In den Alaunschiefern (Leuchtsmühle bei Plauen) sind die einzelnen Concretionen zu »Nierenflötzen« verwachsen.

Die Knollen erscheinen dem bloßen Auge vollkommen dicht, zeigen jedoch bei mikroskopischer Untersuchung ein dichtes Gewirre von verschiedenartigen Strähnen, die zwischen sich einzelne Hohlräume frei lassen. An einigen Phosphoritknollen sind die Hohlräume durch secundäre Kieselsäure ausgefüllt. Es sind im allgemeinen ziemlich reine Phosphoritconcretionen.

Chemische Zusammensetzung:

I. Phosphorit von der Leuchtsmühle bei Plauen i. V.

II. - - Stadt Plauen i. V.

III. - - Pöhl.

IV. - des »Nierenflötzes« an der Leuchtsmühle.

	I.	II.	III.
SiO_2	44,64	42,42	9,73
C	0,46	3,66	0,54
H_2O	0,49	1,58	5,56
CO_2	4,84	—	2,48
Fe_2O_3	} 6,25	} 0,65	} 6,41
Al_2O_3			
CaO	24,32	44,32	39,08
MgO	12,74	Spuren	—
P_2O_5	36,93	37,65	37,45
Cl	} Spuren	0,24	} Spuren
Na		Spuren	
K		—	
J		Spuren	
F	—	—	Spuren
Summe	100,37	100,49	100,65

Hieraus berechnet sich:

SiO_2	44,64	42,42	9,73
C	0,46	3,66	0,54
H_2O	0,49	1,58	5,56
$CaCl_2$	—	0,33	—
$CaCO_3$	10,98	—	4,46
$Mg_3(PO_4)_2$	27,65	—	—
$Ca_3(PO_4)_2$	33,55	81,54	68,46
$(Al, Fe)PO_4$	12,90	0,96	12,20
Fe_2O_3	—	—	—
Al_2O_3	—	—	—
Summe	100,37	100,49	100,65

Der lösliche Teil beträgt:

	I.	II.	III.	IV.
	85,57	84,44	90,38	47,20
und ist zusammengesetzt aus:				
H_2O	0,57	1,87	6,15	2,16
$CaCO_3$	12,83	—	4,60	17,00
$CaCl_2$	—	0,39	—	—
$Mg_3(PO_4)_2$	32,34	—	—	1,98
$Ca_3(PO_4)_2$	39,24	96,60	75,75	15,12
$(Al, Fe)PO_4$	15,08	1,13	13,50	57,24
Fe_2O_3	—	—	—	3,92
Al_2O_3	—	—	—	2,58
Summe	100,00	99,99	100,00	100,00

Der unlösliche Teil beträgt:

	14,80	15,78	10,27	52,80
und ist zusammengesetzt aus:				
SiO_2	98,92	76,80	94,74	49,64
C	1,08	23,20	5,26	1,49
Al_2O_3	—	—	—	0,46
Fe_2O_3	—	—	—	1,24
Summe	100,00	100,00	100,00	52,80

Berechnet zu:

SiO_2	—	—	—	93,96
C	—	—	—	2,83
Al_2SiO_5	—	—	—	0,86
Fe_2SiO_5	—	—	—	2,35
Summe				100,00

Der Jodgehalt der Phosphorite wurde an größerer Menge Substanz nach besonderen Methoden bestimmt und betrug in den Phosphoritconcretionen

von Nöbdenitz (Section Ronneburg)	0,0130 %
- der Leuchtmühle (Section Plauen-Ölsnitz)	0,0024
- Pöhl (angewittert)	nur Spuren

Im allgemeinen setzen sich die Knollen zusammen aus 10—16 % unlöslichen Bestandteilen, wesentlich SiO_2 , 84—90 % löslichen Bestandteilen, wesentlich Phosphaten von Calcium, Magnesium, Aluminium und Eisen. Spec. Gew. 3,01.

Die Phosphoritknollen zeigen alle beim Durchschlagen Reste organischen Ursprungs, deren Aufzählung hier unterbleiben muß.

Im Anschluß an die Phosphorituntersuchung wurde auch ein Phosphorsäure- und zum Teil auch ein Jodgehalt im umgebenden Nebengesteine nachgewiesen. Die Phosphorite sollen entstanden sein zunächst durch die Anhäufung von Phosphorsäure in den Hartteilen der organischen Substanzen nach erfolgter Auflösung des kohlensauen Kalkes infolge Kohlensäurebildung bei der Verwesung der Weichteile.

In bezug auf die speciellen Lagerungsverhältnisse dürfte wohl noch darauf hingewiesen werden müssen, daß die bekannten Wavellite von Obermühlbach unweit Langenstriegis als Incrustationen auf Kieselchiefer vorkommen, der primäre Phosphate in der Form von Phosphoritknollen führt.

Die nach geologischen Gesichtspunkten geordnete Aufzählung der Phosphoritvorkommen im Altpaläozoicum Europas kann hier nicht wiedergegeben werden.

Ref.: Erich Kaiser.

5. L. Milch (in Breslau): **Beiträge zur Kenntnis der granitischen Gesteine des Riesengebirges.** 2. Teil (N. Jahrb. f. Min., Geol. usw. 1902, Beil.-Bd. 15, 105—204).

Vorwiegend petrographische Abhandlung, anschließend an die in dieser Zeitschr. 1900, 88, 196 besprochenen Untersuchungen.

Der Granit im Süden des westlichen Riesengebirges (des Isergebirges) enthält normalen Orthoklas, der oft ziemlich weit zersetzt ist, teils in Kaliglimmer in bisweilen recht großen Blättchen, teils in ein trübes Aggregat von Kaolin oder Kaliglimmer. Plagioklase haben zumeist die Zusammensetzung der sauren Oligoklase, vereinzelt sind sie von basischerer Zusammensetzung als basischer Oligoklas.

Intensiv gefärbter Biotit mit überaus kleinem Axenwinkel und sehr starkem Pleochroismus (südwestlich von Gablonz in Böhmen) wurde von W. Herz analysiert (vergl. die Analysen diese Zeitschr. 88, 196).

SiO_2	39,1
Al_2O_3	16,0
Fe_2O_3	5,0
FeO	8,6
MgO	19,4
CaO	—
Na_2O	3,2
K_2O	7,4
H_2O	1,9
	<hr/> 100,6

Aus dem dunklen Glimmer ist ein heller Glimmer entstanden. Beide noch im Zusammenhange in einem an farblosem Glimmer armen Gesteine zwischen Gablonz und Radel, zeigen (nach Analyse von W. Herz):

SiO_2	54,2	
Al_2O_3	26,8	
Fe_2O_3	} 3,3 als Fe_2O_3 bestimmt.	
FeO		
MgO	1,4	
CaO	—	
Na_2O	Spur	
K_2O	10,1	
H_2O	3,9	
	<hr/> 99,7	

Es hat nicht nur eine Bleichung des Biotits stattgefunden, sondern direct eine Umwandlung in Kaliglimmer.

Cordierit in großen (bis $1,0 \times 0,5$ cm) dunklen Säulen mit Einschlüssen

von Biotit und Granat, mit spec. Gew. 2,7 aus einem Cordierit-Knotenglimmerschiefer bei dem Dorfe Gutbrunn am Südabhange des Hradschin lieferte (Analyse von Herz):

SiO_2	51,8	
Al_2O_3	32,9	
Fe_2O_3	} 5,5 \text{ als } \text{Fe}_2\text{O}_3 \text{ bestimmt.}	
FeO		
MgO	7,6	
CaO	—	
K_2O	0,5	
H_2O	1,2	
	99,5	

Ref.: Erich Kaiser.

6. H. Böslcr (in Rodach, Herzogtum Coburg): Beiträge zur Kenntnis einiger Kaolinlagerstätten (Inaug.-Dissert. der Univ. München. — N. Jahrb. f. Min., Geol. u. Pal. 1902, Beil.-Bd. 15, 231—393) [Besprechnngen der Arbeit siehe Zeitschr. f. prakt. Geologie 1903, 114—115 (Dammer), 210—212 (Weinschenk), 357—358 (Dammer)].

Unter eingehender Berücksichtigung einer umfangreichen Literaturliste gibt Verf. eine Schilderung der mineralogischen und geologisch-petrographischen Verhältnisse zahlreicher Kaolinvorkommen, wesentlich zum Zwecke, die Ursachen der Kaolinbildung der Erklärung näher zu bringen. Das Vorkommen einzelner seltener Mineralien in den Kaolinlagerstätten ist vom Verf. in dieser Zeitschr. 36, 258—267 schon mitgeteilt worden, so daß jetzt nur das Auftreten des Kaolins selbst und der häufiger mit ihm verbundenen Mineralien berücksichtigt zu werden braucht.

Kaolin entsteht als secundäres Product aus den verschiedenen Feldspäten, hauptsächlich der feldspatreichen Eruptivgesteine. Die Granite und ihre Spaltungsgesteine, wie Aplite und Pegmatite, sowie die Quarzporphyre haben hauptsächlich, untergeordnet auch deren jungeruptive und effusive Verwandte, wie die Liparite und Pechsteine, und speciell im Zusammenhange mit propylitischen Erzgängen auch basischere Gesteine, speciell Andesite, das Material zur Kaolinbildung geliefert.

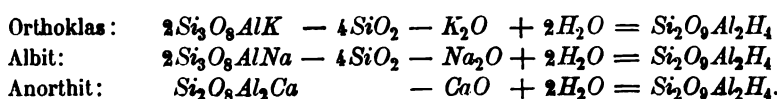
Die basischen Plagioklase und bei zonar gebauten Krystallen die basischeren Kerne werden zuerst und am leichtesten von der Kaolinisierung ergriffen. Mehr Widerstand leisten die sauren Plagioklase, während Orthoklas viel schwerer zersetzbar ist. Völlig unangreifbar erscheint Mikroklin.

Die Vorgänge bei der Umwandlung der Feldspäte in das Mineral Kaolinit sind in folgender Tabelle ausgedrückt:

	SiO_2	Al_2O_3	K_2O	H_2O	%
1. Orthoklas	64,56	19,29	16,55	—	100,00
weggeführt	43,24	—	16,55	—	66,99
aufgenommen	—	—	—	6,65	6,65
Kaolinit	21,62	19,29	—	6,65	66,36

	SiO_2	Al_2O_3	Na_2O	H_2O	%
2. Albit	68,81	19,40	11,79	—	100,00
weggeführt	45,87	—	11,79	—	57,66
aufgenommen	—	—	—	6,85	6,85
	<u>22,94</u>	<u>19,40</u>	<u>—</u>	<u>6,85</u>	<u>49,49</u>
	SiO_2	Al_2O_3	CaO	H_2O	%
3. Anorthit	43,30	36,63	20,07	—	100,00
weggeführt	—	—	20,07	—	20,07
aufgenommen	—	—	—	12,92	12,92
	<u>43,30</u>	<u>36,63</u>	<u>—</u>	<u>12,92</u>	<u>92,85</u>

entsprechend



Am wichtigsten für die Kaolinbildung ist Orthoklas, neben demselben sind kalkhaltige Plagioklase oft von größerer Bedeutung, selten Albit und Mikroklin.

In den vom Verf. untersuchten Kaolinvorkommen treten folgende Mineralien auf:

Kaolinit bildet im allgemeinen kleine unregelmäßige Krystallsetzen von oft kleinsten Dimensionen.

Nontronit tritt in dichten, erdigen Partien, selten den Kaolin ersetzend, in einigen Vorkommen ebenfalls als Umwandlungsproduct des Feldspat, in anderen auch aus den basischen Gemengteilen, speciell dem Pyroxen hervorgegangen, auf (vergl. Weinschenk, diese Zeitschr. 28, 152 u. f.).

Pyrophyllit ist wenig verbreitet.

Apatit, der als Gemengteil der primären Gesteine, speciell der Granite, kaum jemals fehlen dürfte, ist im Kaolin nirgends mit Sicherheit nachgewiesen. Es fällt dies bei der sonstigen Beständigkeit des Apatit besonders auf. Andere Mineralien, die sonst sehr leicht in verwitterten Gesteinen der Umwandlung anheimgefallen sind, sind in dem Kaolin erhalten geblieben (z. B. Biotit).

Glimmer. Biotit ist in vollkommen frischen Krystallen zu isolieren. In anderen Fällen hat eine Chloritisierung stattgefunden. Unter Umständen ist er auch ganz verschwunden. Muscovit verhält sich ähnlich, entsteht aber auch secundär als Nebenproduct bei der Kaolinbildung, ist dann aber nicht von dem primären Muscovit zu unterscheiden. Lithionglimmer (lichtgefärbt). Gilbertit als Zersetzungsproduct.

Quarz gibt häufig die Möglichkeit, noch die ursprüngliche Structur zu erkennen und damit Kaoline auf primärer und secundärer Lagerstätte zu unterscheiden. In den secundären Vorkommen ist oft aber auch keine Formveränderung des Quarzes zu beobachten. Quarz zeigt sich auch als Neubildung, wobei sich aber nicht immer entscheiden läßt, ob er der bei der Kaolinisierung freierwerdenden Kieselsäure seine Entstehung verdankt.

Von Erzen sind Titaneisen, allenthalben mit Leukoxenbildung, und Magneteisen bei der Kaolinisierung unberührt geblieben.

Rutil erscheint allenthalben frisch und unzersetzt.

Anatas vgl. diese Zeitschr. **36**, 262—264.

Titanit häufig zu bräunlichen, erdigen Aggregaten einer nicht näher bestimm-
baren Substanz zersetzt.

Xenotim (bezw. Hussakit) und Zirkon s. diese Zeitschr. **36**, 258—262.

Monazit vgl. diese Zeitschr. **36**, 265.

Chrysoberyll vgl. diese Zeitschr. **36**, 264—265.

Phenakit (?) in wenigen Vorkommen in mikroskopisch kleinen, unregel-
mäßig eckigen, farblosen Körnern.

Dumortierit siehe diese Zeitschr. **36**, 262.

Andalusit - - - **36**, 266.

Sillimanit.

Disthen mehrfach in farblosen Spaltblättchen mit den gewöhnlichen opti-
schen Eigenschaften. Im Kaolinsandstein von Pilsen tritt ein lebhaft blauge-
färbtes Mineral mit starkem Pleochroismus ($c = \text{blau}$, $b = \text{lichtblau}$, $a = \text{licht-}$
 grün) auf, das in einigen Punkten von dem gewöhnlichen Vorkommen abweicht:
es zeigt starke Dispersion $v > q$ gegenüber der sonst beobachteten schwachen
 $q > v$. Verf. beobachtete aber auch an Disthen aus Paragonitschiefer vom
Pizzo Forno bei Chironico wechselnd teils schwach $q > v$, teils stark $v > q$.
Ein Spaltblättchen von Kleinitz bei Prägraten zeigte am einen Ende schwach
 $q > v$, am anderen stärker $v > q$. Weiter wurde an einem gut orientierten
Schnitte die Auslöschungsschiefe zu 52° statt 57° bestimmt.

Als Klinozoisit werden rötlich gefärbte, etwas getrübe, unregelmäßig
begrenzte Körner im Kaolin von Passau gedeutet.

Epidot.

Prehnit ?.

Granat mehrfach. Spinell.

Sprödglimmer mit ziemlich lebhaftem Pleochroismus; einmal $a = \text{blau-}$
 $\text{grün} > b = \text{gelbgrün}$; ein anderes Mal $c = \text{blaugrün} > b = \text{gelbgrün}$ (wohl
Chloritoid).

Skapolith in völlig frischen, unzersetzten Körnern im Kaolin von Passau.

Hornblende, Augit.

Staurolith siehe diese Zeitschr. **36**, 266.

Korund nur einmal.

Graphit in schuppigen Aggregaten, in Butzen und Flecken als Neubildung
(vgl. Weinschenk, diese Zeitschr. **28**, 136—160; **32**, 194).

Opal als Neubildung (Passau).

Diaspor nur vereinzelt als Neubildung infolge Wegführung der Kieselsäure
in noch stärkerem Maße als bei der Kaolinbildung.

Turmalin in weiter Verbreitung teils als ursprünglicher Gemengteil, teils
als Neubildung bei der Kaolinisierung.

Topas gleichfalls wahrscheinlich als Neubildung, manchmal auch wieder zu
schuppigen Aggregaten zersetzt.

Flußspat und Eisenspat gleichfalls als Neubildungen.

Pyrit und Markasit in mikroskopischen Körnchen, ausgedehnter aber in
großen Knollen und selbst in Gängen, die keinen Zweifel an ihrem Charakter
als Neubildungen lassen. In den obersten, der Verwitterung unterliegenden

Teilen der Kaolinlagerstätten sind beide zersetzt; es lassen sich neben Eisenhydroxyden Knollen von Gyps als Neubildungen beobachten.

In Kaolin von Cornwall wurden noch zwei nicht sicher bestimmbare Mineralien gefunden, von denen das eine ein Bleisilicat ist, dessen Eigenschaften mit keinem der bisher bekannten Bleisilicate identisch sind.

Die zahlreichen speciellen Angaben über die einzelnen Kaolinlagerstätten, die teils vom Verf. persönlich besucht und untersucht wurden, teils nach der Literatur beschrieben werden, können hier nicht wiedergegeben werden. Die Kaolinlagerstätten werden in folgender Weise eingeteilt:

A. Kaolin auf primärer Lagerstätte.

a. Kaolinisierte Granite, Syenite und verwandte Gesteine.

1. in Zusammenhang mit Zinnerzlagern [Cornwall; Les Collettes und Echassières, Frankreich];
2. in Zusammenhang mit sonstigen Erzlagern [mehrere Vorkommen in Colorado; Broken Hill];
3. in Zusammenhang mit Graphitlagern [Passau (vgl. diese Zeitschr. 28, 152); Böhmen (diese Zeitschr. 32, 194); Mähren; Ceylon (diese Zeitschr. 33, 220; 36, 316)];
4. ohne Zusammenhang mit anderen Minerallagerstätten [Karlsbad (diese Zeitschr. 30, 653); Tirschenreuth und Wiesau in der Oberpfalz; Markt Redwitz in Oberfranken; Insel Bornholm; Schonen; Sachsen u. a. kleinere Vorkommen].

b. Kaolinisierte Aplite [Wondreb in der Oberpfalz; Bacher Gebirge in Steiermark; Rumänien; Monts du Limousin, Frankreich; Algier; Schottland].

c. Kaolinisierte Quarzporphyre [Halle a. S.; Mügeln und Meißen in Sachsen; Altenburg].

d. Kaolinisierte Liparite und Trachyte, zum Teil in Zusammenhang mit Türkislagern [Los Cerrillos in Neumexico; Ungarn; Italien].

e. Kaolinisierte Andesite in Zusammenhang mit der propylitischen Silbergoldformation [Ungarn und Siebenbürgen].

f. Sonstige kaolinisierte Gesteine.

B. Kaolinerde auf sekundärer Lagerstätte.

a. Kaolinsandsteine [Hirschau, Schnaittenbach und Kohlberg in der Oberpfalz; Thüringen; Türkismühle a. d. Nahe; Böhmen; Frankreich].

b. Kaolinthone [Wildstein in Böhmen; Rußland].

C. Kaolinvorkommen unsicherer Stellung (nach Literaturangaben).

D. Kaolinit als selbständige Bildung.

Kaolinit tritt mehrfach in wohlausgebildeten Krystallen auf Klüften und Gängen und in Drusen auf. Von Frenzel (diese Zeitschr. 7, 92) wurde Kaolinit als Absatz einer heißen Quelle auf Celebes beobachtet. In Verbindung mit Erzlagern als selbständige Neubildung in Colorado (diese Zeitschr. 10, 308, 315; 15, 636; 30, 635). Auf Antimonitgängen bei Massiac, Cantal (siehe Lacroix, diese Zeitschr. 31, 71). Mehrfach auf Lagerstätten des Erzgebirges, zu Schemnitz in Ungarn. Auf Klüften und Hohlräumen in carbonischen Schiefer der Rheinpfalz, in Spalten des Kohlsandsteines von Röhe bei Eschweiler, in

carbonischen Schiefern und Sandsteinen bei Lüttich (de Koninck, diese Zeitschr. 2, 661) und Mons. In einem Quarzgange auf der Insel Anglesey (Dick und Percy, diese Zeitschr. 17, 523; 20, 519). Mit Korund auf Naxos, mit Pyrophyllit und Vestanit bei Vestaná (diese Zeitschr. 32, 612).

Leider ist es hier nicht möglich, die zahlreichen für die allgemeine Petrographie und Geologie wichtigen Bemerkungen des Verfs. über die Entstehung der Kaoline wiederzugeben. Besonders daraus hervorzuheben ist die scharfe Trennung der Kaolinisierung von den gewöhnlichen Verwitterungsvorgängen, worin Ref. dem Verf. voll beistimmen muß.

Die Entscheidung der Frage, ob in allen Fällen die Kaolinisierung auf pneumatolytische Prozesse zurückzuführen ist, wie Verf. tut, wird wohl noch eingehenderer geologischer Untersuchungen bedürfen. Von Wichtigkeit für eine derartige genetische Erklärung ist das Auftreten von Turmalin und Eisenkies als Kluftausfüllungen in der Kaolinerde, zu denen noch Topas und Flußspat, Eisenspat, Graphit, Zinnerz, Türkis, Bleiglanz und einige andere Erze als der gewöhnlichen Verwitterung meist fremde Mineralien hinzutreten.

Ref.: Erich Kaiser.

7. L. Doermer (in Hamburg, früher in Gießen): Beiträge zur Kenntnis der Diabasgesteine aus dem Mitteldevon der Umgebung von Dillenburg (N. Jahrb. f. Min., Geol. u. Pal. 1902, Beil.-Bd. 15, 594—645, 3 Tafeln).

Die vorwiegend petrographische Arbeit enthält folgende Mineralanalysen:

Augit aus Amphibolpikrit von Sechshelden bei Dillenburg (mit Methylenjodid isoliert):

SiO_2	48,09
Al_2O_3	7,13
Fe_2O_3	5,47
FeO	6,63
CaO	20,15
MgO	12,05
	<hr/> 99,52

Plagioklase der Labrador-Bytownitreihe aus Diabasporphyrit von Sechshelden mit spec. Gew. zwischen 2,71 und 2,73 lieferten

SiO_2	51,84
Al_2O_3	28,56
CaO	13,36
MgO	0,03
Na_2O	1,76
K_2O	0,42
Fe_2O_3	2,88
Glühverlust	2,04
	<hr/> 100,89

Ref.: Erich Kaiser.

8. F. Rinne (in Hannover): Flüssige Luft als Erkaltungsmittel bei kristallographisch-optischen Untersuchungen (Centralbl. f. Min., Geol. u. Pal. 1902, 11—13, 402).

U. Panichi (in Florenz): **Flüssige Luft als Erkaltungsmittel bei kristallographisch-optischen Untersuchungen** (Centralbl. f. Min., Geol. u. Pal. 1902, 321—322).

Rinne: Die zu untersuchenden Präparate werden in flüssige Luft getaucht, die in einem Dewarschen Gefäße (doppelwandig, zwischen den Wandungen luftleer und mit Silberbelag versehen) aufbewahrt wird. Die Präparate werden rasch unter das Beobachtungsinstrument gebracht und so lange beobachtet, bis sich Eis auf dem Präparate niedergeschlagen hat. Immerhin läßt sich die eingetretene Veränderung und ein etwaiger Rücklauf der optischen Erscheinungen beim allmählichen freiwilligen Erwärmen des Körpers verfolgen.

Sanidin senkrecht zur ersten Mittellinie geschnitten, der die Axenebene in der Symmetrieebene, einen Axenwinkel von 35° und geneigte Dispersion erkennen ließ, zeigte nach der Abkühlung (auf -180°) Axenebene in der Symmetrieebene, Axen ziemlich weit von einander entfernt und sehr deutlich horizontale Dispersion.

Beobachtungen bei gleichmäßiger niedriger Temperatur wurden ausgeführt in einem oben offenen, mit doppeltem Boden und doppelter Seitenwandung versehenen Gefäße, in dem der Raum zwischen beiden Wandungen luftleer gemacht war. Das eingelegte Präparat bewirkte zunächst ein Aufschäumen der Flüssigkeit, konnte aber nach kurzer Zeit beobachtet werden.

Spaltblättchen von Gyps nach (010) zeigen bei der Abkühlung ein deutliches Heraufrücken der Polarisationsstöne, was namentlich bei etwas verschiedener Dicke des Präparates schön in die Augen fällt. Die Lage der Elasticitätsachsen ändert sich: auf (010) beträgt der Winkel $c:(101)$ [Spaltrisse] etwa 44° , bei starker Abkühlung etwa 41° .

Panichi hat ähnliche Untersuchungen angestellt, aus denen hervorgeht, daß in den Mineralien, die kein Wasser enthalten, die Erkaltung Änderungen hervorruft, welche im allgemeinen eine Fortsetzung derjenigen darstellen, die unter höherem Druck auftreten, während sich bei wasserhaltigen Mineralien complicierte Erscheinungen zeigen. [Vgl. hierzu das Referat einer ausführlicheren Mitteilung von Panichi, diese Zeitschr. 40, S. 86—89.]

Ref.: Erich Kaiser.

9. A. Schwantke (in Marburg in Hessen): **Über eine interessante Verwachsung von monoklinem und rhombischem Augit im Basalt** (Ebenda 15—19).

Im Basalt der beiden Badensteine im Burgwald nördlich von Marburg treten die einzelnen Componenten der sogenannten Olivinfelseinschlüsse (Knollen) überaus reichlich auf. Von ihnen hat der Bronzit eine doppelte Umwandlung erlitten. Zunächst sind die stark corrodieren und nicht mit deutlicher Krystallbildung versehenen Individuen randlich von einem Olivinkranze umgrenzt. An anderen Stellen ist der Bronzit zunächst mehr oder weniger vollständig von einer trüben Zone umgeben, worauf dann monokliner Augit in zahlreichen, im einzelnen absolut parallel gestellten Krystallen aufsitzt, so daß der Kern von einem ruinenartigen Zaune von Augitindividuen eingefriedigt ist. Die Längsrichtung der Randindividuen liegt parallel den Spaltrissen des Kerns nach (010). Die randlichen Individuen bestehen aus zahlreichen Zwillingsslamellen (nach 100) oder zum Teil nur aus zwei Zwillingshälften. Die Zwillingsgrenze ist immer parallel den Spaltrissen. Die Symmetrieebene des höher orientierten Kernes ist aber zur Zwillingsebene der niedriger symmetrischen randlich umgebenden Substanz geworden.

Zu beachten ist weiter, daß auch monokliner Augit von angelagerter jüngerer Augitsubstanz umschlossen wird. Die ganze Substanz ist dann schlackig. In der Hälfte der Fälle sind die verschlackten Kerne Zwillinge, während die unangegriffenen Krystalle sich nie in Zwillingstellung befinden. Der Rand ist dann in gleicher Stellung wie der Kern. Der verschlackte Kern wird auf die Umwandlung von primärem rhombischem Augit in monoklinen zurückgeführt.

Von Mügge sind neuerdings (N. Jahrb. f. Min. usw., Beil.-Bd. 16, S. 440—444) ähnliche Beobachtungen von Becke und Lacroix hiermit verglichen worden.

Ref.: Erich Kaiser.

10. E. Hussak (in São Paulo): **Über Chalmersit, ein neues Sulfid der Kupferglanzgruppe von der Goldmine »Morro Velho« in Minas Geraes, Brasilien** (Centralbl. f. Min. usw., 1902, S. 69—72).

F. Rinne (in Hannover): **Chalmersit** (Ebenda 207—209).

Der chloritischen Kalkphylliten eingelagerte mächtige Erzkörper der Goldmine »Morro Velho« besteht nach Hussak vorherrschend aus Magnetkies, Carbonaten und Arsenkies, neben Quarz. In Drusenräumen, besonders an der Grenze gegen den Kalkphyllit, finden sich, zum Teil in prächtigen Krystallen: Quarz, Dolomit, Siderit, große tafelige Krystalle von Albit, große Tafeln und Prismen von Magnetkies, kleine schwarze tafelige Anatase, Chlorit, selten Rutilprismen, winzige Kupferkieskryställchen, sehr selten Scheelit. Derb im Erze fanden sich außer den angegebenen Sulfiden Arsenkies, Pyrit noch Bleiglanz und sehr selten grüner derber Fluorit.

Das neue Sulfid ist immer mit Magnetkies und Kupferkies vereint; es ist früher (z. B. diese Zeitschr. 20, 638) als Millerit beschrieben. Es wurde nach dem Superintendenten der Grube G. Chalmers als Chalmersit bezeichnet.

Krystallform: Rhombisch-holoëdrisch, manchmal erscheinen beiderseitig ausgebildete Kryställchen wie hemimorph, indem an dem einen Ende {001} vorwaltet, während diese Fläche an dem anderen Ende fehlt und statt dessen zahlreiche Pyramiden und Domenflächen auftreten.

{110}, {010}, {001}, {111}, {011} sind am häufigsten, selten {100}. Außerdem noch ein Prisma und mehrere Domen- und Pyramidenflächen. Zwillinge, Drillinge und ganze Zwillingstöcke nach {110}, so daß einfache Individuen zu den größten Seltenheiten gehören. Außerdem Contact- und Durchkreuzungszwillinge nach einer Pyramide, wahrscheinlich {112}.

Ausbildung: Lang- und dünn-nadelförmig, prismatisch; nur an einem einfachen Krystalle tafelförmig nach {010}. Flächen der Prismenzone stark vertical gestreift; terminale Flächen sehr klein, tadellos glänzend; {001} nicht gestreift. Bruch muschelrig.

Gemessene Winkel:

{110}:(010)	= 30° 42'
(111):(111)	*52 29
(111):(111)	*100 54
(111):(011)	50 27
(001):(011)	43 56

$$a:b:c = 0,5734:1:0,9649.$$

Speisgelb bis bronzegelb, oft bunt angelaufen; Metallglanz, undurchsichtig; sehr stark magnetisch; spec. Gew. 4,68.

Chemische Zusammensetzung nach Analyse von W. Florence:

Fe	46,95
Cu	47,04
S	35,30
	<hr/> 99,29



Sowohl nach Form wie chemischer Zusammensetzung hält Hussak den Chalmersit für isomorph mit Kupferglanz. Auch erscheine dadurch die Möglichkeit, daß Magnetkies ($\text{Fe}_n\text{S}_{n+1}$) dimorph sei, näher gerückt. Es ließ sich folgende Reihe in der Ausscheidung der Drusenminerale nachweisen:

- | | |
|---------------|---------------------------|
| 1. Quarz. | |
| Albit. | Chlorit. |
| | Rutil und Anatas. |
| | Scheelit. |
| 2. Siderit. | |
| Dolomit. | Magnetkies u. a. Sulfide. |
| | Chlorit mit Freigold. |
| Calcit. | |
| 3. Magnetkies | mit Freigold. |
| | Pyrit. |
| Chalmersit. | |
| Kupferkies. | |

Rinne hält den Isomorphismus zwischen Chalmersit und Kupferglanz wegen mangelnder chemischer Analogie zwischen Cu_2S und $\text{Cu}_2\text{S} \cdot \text{Fe}_6\text{S}_7$ nicht für annehmbar. Eine große kristallographische Ähnlichkeit besteht nun auch noch zwischen Chalmersit und Magnetkies.

	(110):(1\bar{1}0)	(004):(111)
Chalmersit $\text{Cu}_2\text{S} \cdot \text{Fe}_6\text{S}_7$; rhombisch, pseudohexagonal	59° 40'	62° 44'
Kupferglanz Cu_2S ; rhombisch, pseudohexagonal	60 25	62 37
Magnetkies Fe_6S_7 [FeS]; hexagonal	60 0	62 19

Es scheint hiernach ein interessantes Beispiel für Isotypie vorzuliegen, d. h. der oft zu beobachtenden Tatsache, daß »typische« Krystallformen, die man unter den Elementen findet, besonders bei einfach zusammengesetzten, gelegentlich auch bei chemisch verwickelteren Stoffen wiederkehren.

Die hier auftretende typisch hexagonale, bzw. pseudohexagonal-rhombische Form, die z. B. unter den Elementen bei *Mg*, *Be*, *Cd*, (*Ir*, *Os*) gefunden wird und dann bei chemisch einfach zusammengesetzten Verbindungen wiederkehrt im *ZnO*, *BeO*, *ZnS*, *CdS*, *PbS*, *CuS*, *NiAs*, *NiSb*, *AgJ*, *H₂O*, *SiO₂*, *CSi*, *CdJ₂*, *PbJ₂*, *Cu₂S*, findet sich auch bei mehr als zweiatomigen Stoffen, z. B. Chrysoberyll und nun auch im Chalmersit.

Ref.: Erich Kaiser.

11. O. Mügge (in Königsberg i. Pr.): Zur Struktur der Rutilkrystalle (Centralbl. f. Min., Geol. u. Pal. 1902, S. 72—73).

Verf. hatte früher (vgl. diese Zeitschr. 18, 309—314; 87, 628 u. f.) darauf hingewiesen, daß am Rutil Umlagerungen in Zwillingsstellung mit den Kreisschnittebenen $k_1 = (011)$ und $k_2 = (031)$ auftreten müssen. An einem

Krystalle von Blumberg bei Adelaide (Süd-Australien) zeigen sich nun die Endflächen von meßbaren secundären Lamellen durchsetzt. Die fast ausnahmslos (011) verlaufenden Lamellen waren auf den Flächen (110), ($\bar{1}10$), (010), (101), ($\bar{1}01$), (0 $\bar{1}1$) und ($\bar{1}\bar{1}1$). Auf anderen Flächen war nur der Sinn der Neigung festzustellen. Für $k_1 = 011$ und $k_2 = 031$ gilt die Transformationsformel:

$$h' : k' : l' = h : \frac{k - 3l}{2} : -\frac{k + l}{2},$$

so daß

$$\begin{array}{l} 101, \text{ in } (2\bar{3}\bar{1}) \\ 10\bar{1}, \text{ in } (231) \\ 011, \text{ in } (010) \\ \bar{1}\bar{1}1, \text{ in } (1\bar{2}0) \end{array} \text{ übergeht.}$$

Die Abweichungen der gemessenen und berechneten Winkel liegen innerhalb der Beobachtungsfehler.

Die entstanden neuen Flächen sprechen für die Richtigkeit der angenommenen Kreisschnittebene und für die pseudohexagonale Structur in (010) des betreffenden Krystalles.

Ref.: Erich Kaiser.

12. E. Sommerfeldt (in Tübingen): Natürliche Ätzfiguren am Baryt Centralbl. f. Min. usw. 1902, 97—103.

An Schwerspatkrystallen von der Dalmellington-Mine bei Frizington zeigten Ätzfiguren auf {102}, daß das Brachypinakoid bei diesen Krystallen nicht Symmetrieebene ist, daß sie vielmehr der rhombischen Hemimorphie angehören.

Bedenken an der Zugehörigkeit des Schwerspates zur rhombisch-holoëdrischen Krystallgruppe sind früher von Hankel (Elektr. Untersuch. 9, 1871, 278; Beckenkamp diese Zeitschr. 28, 80; 30, 62; Reuß Sitzber. d. Wiener Akad. 1869, 59; Chester diese Zeitschr. 14, 297 ausgesprochen worden.

Die Flächen von {102} zeigen die Ätzfiguren bis 2 mm groß; {110} ist hingegen völlig frei davon. Größere Ätzgrübchen zeigen sich zusammengesetzt aus einzelnen Subindividuen, die weder gleich gestaltet mit den Hauptindividuen sind, noch innerhalb der letzteren gleich orientiert liegen. Daraus wird auf zwei verschiedene Ätzworgänge geschlossen.

Das erhaltene Resultat, daß gewisse Baryte natürliche Ätzfiguren besitzen, welche der rhombisch-hemimorphen Symmetrie entsprechen, darf noch nicht verallgemeinert werden. Es könnten bei anomalen festen Mischungen (Bildung einer festen Lösung infolge Beimischung einer fremden Substanz) auch Anomalien in den Ätzfiguren hervorgerufen werden. Diese anomalen Ätzfiguren wären jedoch nicht bei isomorpher oder isodimorpher Mischkrystallbildung denkbar. Die stetige Verringerung der Symmetrie darf nicht mit der stufenweisen Abnahme des Symmetriegrades von einer der 32 Symmetriegruppen zu gewissen anderen verwechselt werden. Dabei ist es nicht notwendig, daß optische Anomalien mit anomalen Ätzfiguren correspondieren. Es scheint, daß die Ätzfiguren in geringerem Grade störenden Einflüssen unterworfen sind als die optischen Eigenschaften.

Vielleicht sind auch dem Baryt der Dalmellington-Mine geringe Mengen eines Fremdkörpers von geringerer Symmetrie beigemischt. Die geometrischen Eigenschaften stimmen indes mit denen des normalen Baryt vollkommen überein.

Eine größere Zahl von Krystallen desselben Fundortes zeigt an manchen

Krystallen bei gleicher Form der Ätzfiguren Annäherung an symmetrische Orientierung in bezug auf {010}. Hierfür könnte man dann minimale Unterschiede in der chemischen Zusammensetzung der einzelnen Krystalle zur Erklärung herbeiziehen.

Ref.: Erich Kaiser.

13. E. Zalinski (in New York): Über eigentümliche Glaseinschlüsse in andesitischen Feldspäten (Centralbl. f. Min. 1902, 129—131).

In einzelnen Präparaten des Hornblende-Andesits vom Stenzelberg im Siebengebirge treten dunkelgrüne Kerne von Glassubstanz in (dem »unteren Ende der Oligoklasreihe nahestehenden«) Feldspäten derart auf, daß die scharfe äußere Grenze des Glases der Form des betreffenden Feldspates entspricht. Dabei können an der Umgrenzung des Glases auch Flächen auftreten, die der äußeren Feldspatumgrenzung fehlen. Verf. sucht die Erscheinung mit der Annahme zu erklären, daß sich ausscheidende Feldspatsubstanz rund um einen vorhandenen Teil des Schmelzmagmas legte und dabei infolge der »Krystallisationskraft« die Schmelzmasse in die Feldspatform preßte.

Ref.: Erich Kaiser.

14. H. Warth (in Birmingham): Über Hydrargillit von den Palnibergen im Süden Indiens (Ebenda 176—179).

Zu Kodikanal auf den Palnibergen in dem Madura-District der Präsidentschaft Madras ist ein »zu T. H. Hollands Charnockite-Gruppe gehöriges graues Eruptivgestein« oberflächlich in Hydrargillit umgewandelt.

Das vollkommen amorphe Mineral zeigt die Form von etwas unregelmäßigen, lose zwischen einander gehäuften Platten von einem Centimeter und mehr Dicke. Spec. Gew. 2,42. Weißlich, zuweilen mit einem schwachen Stich ins Rote.

Zusammensetzung:

		Auf 100 berechnet:	$Al_2O_3 \cdot 3H_2O$ theoretisch:
H_2O	33,74	34,95	34,58
Al_2O_3	62,80	65,05	65,42
Fe_2O_3	0,44		
CaO	0,20		
MgO	0,03		
SiO_2	2,78		
TiO_2	0,04		
	<hr/> 100,03		

Aus dem verwitternden Gesteine mag Natriumaluminat ausgelaugt sein und aus der verdünnten Lösung durch die im Sickerwasser enthaltene Kohlensäure gefällt und allmählich in Gestalt von Hydrargillitkrusten angesammelt worden sein.

Innerhalb des mehr oder weniger verwitterten Eruptivgesteines kommen sehr vielfach weiße Knollen der Zusammensetzung:

SiO_2 krystallinisch	2,0
SiO_2 frei, amorph	0,6
SiO_2 gebunden	39,2
Al_2O_3	37,3
Fe_2O_3	2,5
CaO	0,9
H_2O in dem bei 115^0 getrockneten Mineral	16,2
	<hr/> 98,7

Nach Behandeln mit kochender Salzsäure blieb ein Rückstand, der nach dem Glühen sich zusammengesetzt zeigte:

SiO_2	43,5
Al_2O_3	8,8
CaO	0,6
Fe_2O_3	0,2

In Procenten des ursprünglichen Minerals 53,1

Kochende Schwefelsäure zersetzte das Mineral so weit, daß beinahe ganz reine Kieselsäure zurückbleibt.

Das Mineral nähert sich dem Kaolin. Verf. rechnet es zu einer nicht plastischen Varietät des Kaolins. [? Ref. Sollte nicht in dem Fehlen wesentlicher Eigenschaften des Kaolins ein Hinweis darauf vorliegen, daß es sich nicht um Kaolin, sondern um ein anderes wasserhaltiges Aluminiumsilicat handle? Das Zusammenvorkommen von Kaolin mit Aluminiumhydroxyden ist auch nach den bisherigen Beobachtungen sehr unwahrscheinlich. Vgl. hierüber auch die Arbeit von Rösler (Ref. diese Zeitschr. 40, 405).]

Zu beachten ist, daß dieser Kaolin innerhalb mehr oder weniger verwitterten Gesteines, der Hydrargillit aber an der Oberfläche liegt. [Vielleicht liegen zwei verschiedenartige Zersetzungsvorgänge vor. Ref.]

Ref.: Erich Kaiser.

15. C. Doelter (in Graz): Über gegenseitige Löslichkeit geschmolzener Mineralien (Centralbl. f. Min., Geol. u. Pal. 1902, 199—203).

Die Versuche schließen sich an früher mitgeteilte (diese Zeitschr. 37, 507—511) an. Es wurden unter gleichen Versuchsbedingungen wesentlich Beobachtungen über die lösende Kraft resp. das Löslichkeitsvermögen verschiedener Mineralien angestellt.

Angewandte Lösungsmittel: Nephelin (Eläolith), Labrador von Kiew, Albit, Augit von Arendal und Pyroxen von Dognaczka, Hornblende von Lukow, Magnetit von Mulatto, Sanidin vom Drachenfels.

Zu lösende Körper: Sapphir (Ceylon), Magnetit (Mulatto), Orthoklas (Norwegen), Olivin (Somma), Quarz (Soboth), Leucit (Vesuv).

1. Magnetit: starkes Lösungsvermögen; Pulver ganz gelöst, Bruchstücke stark angegriffen; nur Korund und Quarz wenig angegriffen, letzterer ziemlich unversehrt; am meisten widersteht Quarz. Reihenfolge der Löslichkeit: Quarz, Korund, Leucit und Olivin, Orthoklas.

2. Hornblende (Lukow) löst Magnetit, Biotit, Kaliglimmer stark, sowie Olivin auf, greift Leucit wenig, Quarz am wenigsten an.

3. Eisenreicher, Hedenbergit-ähnlicher Pyroxen von Dognaczka greift größere Bruchstücke von Quarz, Olivin und Korund in Spuren an; das feine Pulver wird gelöst.

Augit von Arendal löste Pulver von Quarz, Olivin, Leucit, Orthoklas, Anorthit und Labrador vollständig.

4. Albit greift bei 1150°—1200° Quarz und Olivin nicht an, corrodiert Korund in Spuren, dagegen Leucit und Orthoklas stark. Reihenfolge der Löslichkeit: Olivin, Quarz, Korund, Labrador, Leucit und Orthoklas.

Bei 1300° bleiben Olivin und Quarz noch unversehrt.

5. Eläolith greift bei 1300° Quarz und Olivin etwas, Korund etwas stärker an, löst alles übrige. Löslichkeit bei 1150° bedeutend geringer.

6. Sanidin vom Drachenfels greift Quarz und Olivin gar nicht, Korund und Leucit kaum merklich an, löst Enstatit, Kaliglimmer und Magnetit. Keine große Löslichkeit.

»Nach den bisherigen, allerdings zu wenig zahlreichen Versuchen« ergibt sich, daß eisenreiche Mineralien (wie Magnetit und eisenreicher Augit) bedeutendes Lösungsvermögen besitzen gegenüber den Thonerde-Alkalisilicaten (Sanidin, Albit, Labrador). Hornblende und Nephelin stehen dazwischen.

Ref.: Erich Kaiser.

16. F. Rinne (in Hannover): **Bemerkungen über die Druckfestigkeit einiger Quarz- und Feldspatwürfel, sowie über die Zugfestigkeit von Glimmerstreifen** (Centralbl. f. Min., Geol. u. Pal. 1902, 262—266, 347).

1. Quarz.

Elastizitätsmodul in Richtung von c	=	10304 kg/qmm,
senkrecht zu c	=	7853 - -
im Maximum	=	13158 - -
für Stahl	=	20000 - -
- Korund (höchster		
Elastizitätsmodul)	=	52000 - -].

Druckfestigkeit nach Verf. sehr hoch. Zu den Versuchen wurden ebenflächige Probewürfel von 4 cm Kantenlänge hergestellt. Im Maximum hielt ein Präparat einen Druck von 15364 kg/qcm aus, entsprechend dem Drucke einer Gesteinssäule von 57000 m Länge. Der Zusammenbruch geschah mit sehr kräftig erscheinendem grünen Lichte so gewalttätig, daß die zermalnten Teile mit großer Gewalt umherspritzten.

2. Feldspat.

Elastizitätsmodul senkrecht zur Basis:	Adular	8120 kg/qmm,
	Sanidin	7710 - -

Druckfestigkeit: Orthoklas (Hirschberg, Schlesien). (001) als Druckfläche. Maximal: 1730 kg/qcm.

3. Glimmer (Muscovit, Connecticut). Schmale Streifen wurden in einer Maschine von Schopper zerrissen (Zeitdauer der Probe 1—2 Minuten).

a. Charakteristische Linie der Schlagfigur [|| (010)] parallel der Längsrichtung der Glimmerstreifen.

Einspann- länge mm	Mittlere Dicke mm	Mittlere Breite mm	Zugfestigkeit kg/qmm	Bruch- aussehen :
68	0,127	15	31,9	} schieferig.
70	0,077	15	29,0	
104	0,1336	15	31,3	
106	0,1334	15,2	32,2	
Mittel 31,1				

b. Charakteristische Linie der Schlagfigur : (010)] quer zur Längsrichtung der Glimmerstreifen.

Einspann- länge mm	Mittlere Dicke mm	Mittlere Breite mm	Zugfestigkeit kg/qmm	Bruch- aussehen :
64	0,096	15	23	} schieferig.
65	0,108	15	24,7	
70	0,029	15,3	25,4	
120	0,242	19,1	24,8	
157	0,208	20,4	28,3	
Mittel 25,2				

Die Zugfestigkeit des Glimmers reicht an die des Schmiedeeisens heran. Bei einem Streifen, bei dem die versteckte Spaltbarkeit nach (010) quer zur Längsrichtung des Präparats verlief und sich nach dem Zerreißen in einem glatten Bruche äußerte, zeigte sich eine Zugfestigkeit von 43 kg/qmm, die nahezu an die Minimalzugfestigkeit von Stahl heranreicht.

Ref.: Erich Kaiser.

17. F. Rinne (in Hannover): Über das Verschwinden und Wiedererscheinen des Magnetismus beim Erhitzen und Abkühlen von Magneteisenerz (Centralbl. f. Min. 1902, S. 294—305).

Erhitzt man Magnetit auf Rotglut, so erlischt die bei gewöhnlicher Temperatur sehr ausgeprägte Eigenschaft des Materials, vom Magneten angezogen zu werden. Beim Abkühlen des Magnetits kehrt diese Fähigkeit wieder. Die Umschlagstemperatur schätzt Verf. nach der Glutfarbe auf 575°.

Zur Bestimmung des Verschwindens und Wiedererscheinens des magnetischen Verhaltens wurde Magneteisenerz als ganz feines Pulver in einer Röhre aus schwer schmelzendem Glase durch Asbestpfropfen möglichst vor der Einwirkung der Luft geschützt. Das Rohr wurde von einer ausgehöhlten Bogenlampenkohle, in die das Rohr gesteckt war, oder durch einen Platindraht, der durch das Rohr hindurchgezogen war, auf elektrischem Wege erhitzt.

Eine Spule, die isoliert die Heizvorrichtung mit dem Erzpulver umschloß, bewirkte die Magnetisierung des Magnetitpulvers, die durch eine Secundärspule gemessen werden konnte.

Die Magnetisierbarkeit des Magnetits nimmt mit wachsender Temperatur zunächst allmählich zu, dann jedoch plötzlich und sehr stark ab. Bei sinkender Temperatur treten rückläufige Erscheinungen ein, die jedoch nicht wieder zu der vollen früheren Magnetisierbarkeit führen. Dies wird durch die chemische Umänderung erklärt, die das Material trotz Abschlusses durch Asbestpfropfen bei den Versuchen erfuhr.

Verf. führt die Verschiedenheit in der Magnetisierbarkeit auf einen Dimorphismus (den er namentlich wegen des Verhaltens regulärer Körper als Disomatismus bezeichnet) der Substanz Fe_3O_4 zurück. Die beiden physikalisch isomeren Körper von Fe_3O_4 würden allem Anscheine nach beide dem regulären Systeme angehören.

Ref.: Erich Kaiser.

18. O. Mügge (in Königsberg i. Pr.): **Über einige regelmäßige Verwachsungen der Glimmer mit anderen Substanzen** (Centralbl. f. Min. usw. 1902, 353—357).

1. Lepidomelan mit Astrophyllit. Dunkler, lepidomelanartiger Glimmer von Barkevik bei Brevik mit Umrißlinien entsprechend (010) und (*hhl*) ist mit einem zierlichen hexagonalen Gitterwerk von Astrophyllit vom zweiten Habitus Bröggers (diese Zeitschr. 16, 206) bedeckt. Die vollkommenen Spaltungsflächen beider Mineralien liegen parallel, außerdem die Axen *b* der Astrophyllite parallel den drei Umrißlinien des Glimmers. Daneben erscheinen unregelmäßig gelagerte Astrophyllite, so daß die Gesetzmäßigkeit dieser Verwachsung noch fraglich ist.

2. Turmalin mit Muscovit. Turmalin in einer großen Glimmerplatte von Haddam, Conn., zeigt sich tafelig nach (0001), diese Fläche parallel (001) des Glimmers, zugleich den den Flächen von ($11\bar{2}0$) entsprechenden Umriß parallel den Drucklinien. Gleiche Orientierung hatte G. Linck in Pegmatiten des Veltlin beobachtet neben einer solchen, bei der der Turmalin tafelig nach ($11\bar{2}0$) war, die Tafelflächen parallel (001) des Glimmers, wobei die Axen *c* parallel zwei Strahlen der Druckfigur lagen (diese Zeitschr. 35, 317).

3. Muscovit (und Biotit) mit *KJ* (und *KBr*, *KCl*). Verf. wiederholte die von Frankenheim angestellten Krystallisationsversuche der genannten Salze auf Spaltflächen von Glimmer. Jodkalium und Bromkalium zeigten auf Muscovit neben unregelmäßigen Würfeln mikroskopische Oktaëder sowie Wachstumsformen von trigonalem Umriß, bei denen eine Kante der gleichseitigen Dreiecke senkrecht zur Ebene der optischen Axe, also parallel (010), lag. Chlorkalium zeigt seltener regelmäßige Lagerung. Versuche mit Chlornatrium mißlangen.

Auf Biotit zeigten sich bei Anwendung sehr verdünnter Jodkaliumlösung feine Wachstumsformen von derselben Orientierung wie beim Muscovit.

4. Glimmer mit Salpeter. Verwachsungen ähnlich wie bei Jodkalium. Größere Krystalle zeigen nur {10 $\bar{1}$ 1}, kleinere auch {0001}. Letztere sind vielfach zwillingsartig nach {0001} verwachsen. Auch ohne Contact mit einander kommen die Krystalle so vor, daß die Kante (0001) : (10 $\bar{1}$ 1) senkrecht zur Trace der optischen Axenebene, also || (010), liegt.

5. Biotit mit Kalkspat. Meroxen von Monroe, New York, zeigt nach (0001) tafeligen Kalkspat, 3 cm breit, 2 mm dick, eingelagert. Die Kalkspat tafeln zeigen außer Spaltflächen am Rande der Glimmerplatte wellige Grenzflächen ungefähr von der Lage (10 $\bar{1}$ 0), auf (0001) trianguläre Streifung, herrührend von Spaltrissen || (10 $\bar{1}$ 1) nur Lamellen und Absonderung nach (0112). Die wenig glänzende Basis spiegelt mit der Spaltfläche des Glimmers (Neigung ca. 0° 45'; (10 $\bar{1}$ 1) : (001) = 43° 48' gem., 44° 36' ber.). Die Streifung parallel den Umrißlinien der Kalkspat tafeln läuft parallel den Drucklinien. Die Orientierung ist also gegenüber der Verwachsung von Glimmer und Natronsalpeter um 30° gedreht.

Ref.: Erich Kaiser.

19. E. Taubert (in Jena): **Über rotes Quecksilberjodid (HgJ_2)** (Centralbl. f. Min., Geol. u. Pal. 1902, 365—368).

Gegenüber den von Mitscherlich, Rammelsberg und Groth untersuchten tetragonalen Krystallen mit $a : c = 1 : 1,9955$ fand Verf. an aus Benzol auskrystallisierten, dunkel blutroten, tafelförmigen Individuen $a : c = 1 : 0,9726$, da die vom Verf. beobachtete Grundform $\{112\}$ Mitscherlichs entspricht.

Drei verschiedene Typen:

I. Prismatische Ausbildung, einfache Individuen (100) , (112) , (001) und (110) bei vorherrschendem (100) .

II. Quadratische Tafeln, Durchkreuzungszwillinge nach (102) , die wie quadratische nach der Basis tafelige Individuen aussehen.

III. Drillinge nach demselben Gesetz, indem durch die Tafeln (II) ein drittes Individuum symmetrisch nach (012) durchgewachsen ist.

Spec. Gew. 5,946.

Ref.: Erich Kaiser.

20. A. Sachs (in Breslau): **Der „Weißstein“ des Jordansmühler Nephritvorkommens** (Ebenda 385—396).

In den Steinbrüchen von Jordansmühl am Zobten (vgl. diese Zeitschr. 11, 429; 12, 316, 317) treten neben herrschendem Serpentin weiße Gesteinsmassen auf, an deren Grenze gegen den Serpentin besonders häufig der Nephrit beobachtet wurde. Diese weißen Gesteinsmassen wurden bisher als Granulit gedeutet. Verf. weist nun nach, daß sie ein saures Differentiationsproduct gab-broider Magmen darstellen, das später eine dynamometamorphe Umwandlung erlitten hat¹⁾.

Neben Serpentin ist aus Pyroxen bzw. Amphibol Chlorit folgender Zusammensetzung hervorgegangen:

SiO_2	35,60
Al_2O_3	19,40
Fe_2O_3	—
FeO	5,22
MnO	0,25
MgO	28,92
CaO	3,20
Na_2O	0,13
K_2O	0,14
H_2O	7,10
Glühverlust	0,00
	<hr/>
	99,96

In dem »Weißstein« auftretender Oligoklas (Auslöschungsrichtung gegen die Kante $(001) : (010)$ auf (001) 20° ; spec. Gew. 2,65) hat die Zusammensetzung:

1) Die petrographischen Details können hier nicht berücksichtigt werden.

SiO_2	62,34
Al_2O_3	21,79
Fe_2O_3	0,79
FeO	—
MnO	—
MgO	—
CaO	5,50
Na_2O	8,42
K_2O	0,45
H_2O	0,34
Glühverlust	0,00
	<hr/> 99,63

Granat desselben Weißsteins ist vielfach in ein Gemenge von Epidot mit Hornblende umgewandelt (ähnliche Umwandlung diese Zeitschr. 10, 433).

Prehnit, nach eingeschlossenen Bruchstücken aus Plagioklas entstanden, lieferte:

SiO_2	43,89
Al_2O_3	24,72
Fe_2O_3	1,23
MnO	—
MgO	—
CaO	21,27
Na_2O	2,94
K_2O	0,49
H_2O	4,27
Glühverlust	1,42
	<hr/> 100,23

Ref.: Erich Kaiser.

21. C. Doelter (in Graz): **Über zwei neue elektrische Öfen und über Schmelzpunktsbestimmungen** (Centralbl. f. Min., Geol. u. Pal. 1902, 426—430).

Zwei neue Öfen [ältere Öfen von Traube (diese Zeitschr. 37, 664), Dölter (diese Zeitschr. 40, 304)] sind von W. Heraeus in Hanau konstruiert worden, von denen namentlich der eine für Schmelzpunktsbestimmungen geeignet ist. In dem einen, einem Röhrenofen, von 44 cm Länge und 2 cm Durchmesser ist eine Heizspirale aus dünnem Platinblech um ein offenes Rohr aus schwer schmelzbarem Porzellan gewickelt. Der durch Chamotterohr und Eisengestell geschützte Ofen gibt sehr constante Temperaturen bis 1500°.

Ein zweiter Ofen gestattet, größere Tiegel zu erhitzen, und ist namentlich zu synthetischen Versuchen geeignet. Der Heizraum hat einen Durchmesser von 6 cm und eine Höhe von 14 cm. Maximaltemperatur 1300°.

Die Vorgänge in dem ersten durch Glimmerplatten geschlossenen Ofen werden mittels Fernrohres beobachtet. Die langsame Erhöhung der Temperatur gestattet sehr viel genauere Bestimmung wie mit anderen Methoden, z. B. der von Brun (diese Zeitschr. 39, 201—204), die nach Verf. eine große Zahl von Irrtümern enthält.

Am schwierigsten ist die Bestimmung des Schmelzpunktes selbst, ja bei den meisten Mineralien ist es auch bei genauer Beobachtung mit dem Fernrohr nicht möglich, genau den Punkt des Schmelzens festzustellen.

Aus diesem Grunde wird bestimmt:

T_1 = Beginn des Schmelzens der Splitter oder Körnchen,

T_2 = Punkt der vollkommenen Flüssigkeit.

Die Differenz zwischen beiden beträgt bei Augit, Hornblende, Olivin ungefähr 20° , bei Feldspäten, Nephelin, Quarz, Cyanit etwa 40° — 80° .

Nach verschiedenen Methoden:

- 1) an feinem Pulver mit eingetauchtem Thermolement,
- 2) an winzigen Spaltblättchen oder Splitterchen,
- 3) an kleinen Tetraedern aus Pulver geformt,

vorgenommene Untersuchungen ergaben ungefähr dieselbe Reihenfolge wie früher (diese Zeitschr. 37, 507; 40, 304). Methode 2 ergab gegenüber 1 und 3 um 10° — 15° höhere Schmelzpunkte. Gegenüber früher abweichende Werte sind:

	T_1	T_2
Albit	1135 ⁰ —1145 ⁰	1175 ⁰
Anorthit	1165 ⁰ —1180 ⁰	1195 ⁰ —1205 ⁰
Leucit	1275 ⁰ —1295 ⁰	1300 ⁰ —1310 ⁰
Orthoklas	1190 ⁰	1200 ⁰ —1210 ⁰
Magnetit	1195 ⁰	1210 ⁰
Augit	} (früher angegebene Werte erhöhen sich um 10° — 20°).	
Hornblende		
Nephelin		

Ref.: Erich Kaiser.

22. Chr. Tarnuzzer (in Chur, Schweiz): **Die Asbestlager der Alp Quadrata bei Poschiavo (Graubünden)** (Zeitschr. f. prakt. Geol. 1902, 10, 217—223).

A. Bodmer-Beder (in Zürich): **Der Malenco-Serpentin und seine Asbeste auf Alp Quadrata bei Poschiavo (Graubünden)** (Centralbl. f. Min., Geol. u. Pal. 1902, 488—492).

Von Tarnuzzer rührt die geologische Beschreibung, von Bodmer-Beder die mikroskopisch-petrographische Untersuchung her.

Die Asbestgruben liegen in dem in vielen Abänderungen auftretenden Malenco-Serpentin, der einem Systeme von krystallinen Gesteinen, bestehend aus Gneiß, Glimmerschiefer, Lavetzstein, grünen chloritischen und kalkigen Schiefern, unter dem Cancianopaß eingelagert ist. Die mikroskopische Untersuchung ergab, daß der Malenco-Serpentin primär als eine Eruptivbildung aus derbein Bronzit, Olivin und wenig Diopsid bestand. B.-B. bezeichnet deshalb das Gestein in seinem jetzigen Zustande als einen schiefrigen Harzburgit-Serpentin. Die feinblättrige, feinfaserige, teilweise kataklastisch zerriebene Masse besteht jetzt aus Antigorit- und Chrysotil-Serpentin, dem sekundäre Hornblende, Bastit, monokliner Pyroxen, Diopsid und Magnetit eingelagert sind.

Der aus dem Harzburgit-Serpentin (Analyse I. von L. Hegner) hervorgegangene Asbest (Analyse II.) ist von silberweißer oder graubrauner, hellgelblich grüner bis dunkler Farbe; die biegsamen Fasern haben eine Länge von meist 10—20 cm, in einzelnen Lagen bis 60 cm. Nach der mikroskopischen Untersuchung liegt ein Gemenge von Chrysotil-, Amphibol- und Pyroxenfasern vor, deren Mengenverhältnisse je nach den Varietäten des Serpentin stark variieren.

	I.	II.
SiO_2	39,27	38,13
TiO_2	Spur	Spur
Al_2O_3	3,14	2,02
Fe_2O_3	4,97	3,38
FeO	2,64	3,92
MnO	Spur	—
CaO	2,74	5,67
MgO	36,78	35,42
K_2O	Spur	Spur
Na_2O	0,19	0,50
H_2O unter 110°	0,08	0,55
H_2O über 110°	10,49	10,50
Summe	100,30	100,09
Spec. Gew.	2,703	3,219

Der Kalkgehalt des Harzburgit-Serpentins wird auf Diopsid, der des Asbestes auf etwa 25 $\frac{0}{0}$ —30 $\frac{0}{0}$ beigemischte tremolitische Hornblende und Diopsid bezogen.

Die Analyse bezieht sich auf Chrysotil- und Bronzit-Bastit-Asbest mit Beimengungen von Hornblende- und Pyroxen-Asbest.

Von anderen Fundorten stammt Hornblende-, Pyroxen- oder auch Tremolit-Asbest.

Die Asbeste der Alp Quadrata liefern ein technisch gut verwertbares Product, über dessen Eigenschaften, Vorkommen und Ergiebigkeit Tarnuzzer zahlreiche einzelne Angaben liefert.

Ref.: Erich Kaiser.

23. H. Warth (in Birmingham): Die Bildung des Aragonits aus wässriger Lösung (Centralbl. f. Min., Geol. u. Pal. 1902, 492—493).

Gyps wurde mit kalter Natriumcarbonatlösung einige Wochen behandelt. Es bildete sich eine feinfaserige Masse von Calciumcarbonat, die auf Grund der Meigschen Reaction (diese Zeitschr. 37, 662) als Aragonit erkannt wurde. Durch langsames Eintropfen einer mit Kalkwasser alkalisch gemachten Chlorcalciumlösung in überschüssige starke Lösung von Natriumcarbonat wurde Aragonit, durch Mischen einer kalten Lösung von Natriumbicarbonat mit einem Überschuß von angesäuerter Chlorcalciumlösung wurde Calcit erhalten.

Daraus schließt Verf., daß die basische oder schwach saure Beschaffenheit der Lösung zur Erklärung der Aragonit- bzw. Calcitbildung genüge und daß nicht die Temperatur zur Erklärung herangezogen zu werden brauche.

[Daß die Verhältnisse nicht so einfach liegen, hat Linck (N. Jahrb. f. Min., Geol. usw. Beil.-Bd. 16, 495—513) gezeigt.]

Ref.: Erich Kaiser.

24. F. Rinne (in Hannover): Koenenit (Ebenda 493—499).

Das durch A. von Koenen aufgefundene und nach ihm benannte Mineral tritt auf der Kalisalzgrube Justus I bei Volpriehausen im Solling (Süd-Hannover) in Klüften des Salzthones, zum Teil in Gemeinschaft mit klarem, bzw. weißlichem Steinsalz auf, zum Teil lag es in Stücken vor, die aus violettem

Anhydrit, klarem Steinsalz und rotem, stellenweise faserigem Carnallit bestehen. Gelegentlich Schnüre im Carnallit.

Farbe ähnlich rotem Carnallit, wie bei diesem durch Eisenglanzschüppchen hervorgerufen.

Vollkommene, glimmerartige Spaltbarkeit. Außerordentliche Milde, Blättchen leicht biegsam.

Krystallform nur angedeutet, auf hexagonal-rhomboëdrisches System hinweisend. In Steinsalz eingewachsene Krystalle zeigen ein Skalenoëder, wodurch schwach spindelförmige Krystalle hervorgerufen werden, und ein Rhomboëder.

Spec. Gew. 1,98.

Optisch einaxig, positiv.

Die Verwachsung mit Steinsalz und Carnallit bereitete bei der Analyse Schwierigkeiten.

Die Analysenresultate, berechnet nach Abzug der Chloralkalien (hervorge-rufen durch Beimengungen) und nach Abzug der unlöslichen Substanz, ergaben:

	Analyse von		Berechnet auf	
	Dr. Sund- macher:	Dr. Buch- holz:	$Al_2O_3 \cdot 3MgO \cdot$ $2MgCl_2 \cdot 8H_2O$	$Al_2O_3 \cdot 3MgO \cdot$ $2MgCl_2 \cdot 6H_2O$
Al_2O_3	17,79	18,25	18,34	19,58
MgO	21,10	23,44	21,58	23,20
$MgCl_2$	35,70	35,85	34,18	36,50
H_2O	25,41	21,46	25,90	20,72

Es liegt also das erste in der Natur aufgefundene Aluminium-Magnesium-oxychlorid vor.

Durch Wasser wird das Mineral zerlegt zu einem chlorfreien Producte, wobei aber die plattige Form erhalten bleibt. Die 14 Tage in kaltem destillierten H_2O befindlichen Blättchen waren optisch einaxig, aber negativ und schwächer als vorher doppelbrechend.

Durch Behandeln mit Salmiaklösung ging sämtliches MgO und $MgCl_2$ in Lösung; es entstand als Pseudomorphose ein Körper der Formel $Al_2O_3 \cdot 2H_2O$, entsprechend manchem Bauxit. Dieser Metakoenenit ist optisch einaxig-negativ. Durch Glühen dieses Metakoenenit entstehen Metamorphosen von Thonerde nach Koenenit.

Beim Erhitzen des Koenenit selbst wird dieser rasch aufgeblättert und zerstört.

Ref.: Erich Kaiser.

25. F. Rinne (in Hannover): **Arsensulfurit** (Centralbl. f. Min., Geol. u. Pal. 1902, S. 499—500).

Am Vulkan Papandajan unfern Garut auf Java vom Verf. aufgesammelte Proben eines dunklen rauhen Andesites zeigten braunrote, meist sehr dünne, oft nur papierstarke Überzüge mit glatter, zum Teil spiegelnder Oberfläche, gelegentlich mit kleinblasig schaumiger Structur. Spröde. Härte = 2,5.

Das Krustenmaterial wurde von Dr. Buchholz mit Lunge'scher Flüssigkeit (1 Vol. concentrirter HCl und 3 Vol. concentrirter NO_2H) behandelt und außer 12,04% S , die mit CS_2 aus dem Gesteinspulver extrahirt werden konnten, gefunden:

10,83 S und 4,47 As , entsprechend
70,78 S und 29,22 As (auf 100 berechnet)

Se, das in arsenhaltigem Schwefel von der Solfatara bei Neapel nach Phipson auftritt, konnte nicht beobachtet werden.

Der javanische Schwefel erwies sich unter dem Mikroskop als amorph; er ist mit bräunlichroter, in dünnen Splittern rötlichgelber Farbe durchsichtig.

Verf. schlägt vor, den amorphen Schwefel als Sulfurit, amorphe *As*- und *S*-haltige Mischungen als Arsenosulfurit zu bezeichnen. [Dazu ist zu bemerken, daß als Sulfurit eine monokline Modification des Schwefels bezeichnet wird (Hintze, Handbuch 1, 91), daß andererseits das käufliche sogenannte rote Arsenglas zu einer amorphen Masse mit veränderlichen Mengen von Arsen und Schwefel bei langsamem Erstarren sich umwandelt (vergl. Hausmann, Annalen der Pharmacie 74, 188). Es könnte also in dem vorliegenden Falle vielleicht natürliches amorphes Schwefelarsen vorliegen, entsprechend einem der vielen durch Zusammenschmelzen von *S* und *As* erhaltenen Kunstproducte. Eine neuere Mitteilung über Arsenschwefel von der Solfatara s. diese Zeitschr. 40, 297. Ref.]

Ref.: Erich Kaiser.

26. F. Zambonini (in Rom): **Notizen über den Guarinit (vom Vesuv)** (Centralbl. f. Min. usw. 1902, S. 524—529, 667).

Krystalle der Form {100}, {010}, {001}, {110}, {210}, {120}, {011}. Habitus gewöhnlich tafelig nach {010} mit großem {100} und kleinen Prismen. Selten tritt {100} und {010} fast gleich groß auf, so daß die Krystalle ein scheinbar tetragonales Aussehen annehmen; häufiger tafelförmig nach {100} mit Endflächen {011}. — Die größeren Flächen sind häufig facettenartig geteilt.

Farbe bräunlich (halbdurchsichtig), citronengelb (vollkommen durchsichtig) und sehr hellgelb, fast farblos.

$$a : b : c = 0,99268 : 1 : 0,37008$$

$$= 0,9892 : 1 : 0,3712 \text{ Guiscardi u. Brezina} \\ [\text{nicht von Lang. Ref.}]$$

	Gemessen:	Berechnet:
(010) : (110)	$= 45^{\circ} 14' 40''$	$45^{\circ} 12' 38''$
(100) : (120)	63 15 30	63 15 58
(010) : (120)	26 44 30	26 44 2
(100) : (210)	26 25	26 23 49
(010) : (011)	69 41 30	69 41 29

Spaltbarkeit wenig deutlich nach {100}, dagegen nicht nach {001}.

$$a = a; \quad b = c; \quad c = b.$$

Doppelbrechung schwach.

$$\gamma - \beta = 0,0047; \quad \beta - \alpha = 0,0048; \quad \gamma - \alpha = 0,0095; \\ 2V = 90^{\circ} 36'.$$

Ebene der optischen Axen (001): spitze Bisectrix ist *a*, also negativ. Dispersion sehr stark, $\rho < \nu$.

Deutlicher Pleochroismus: *a* canariengelb, *b* farblos, *c* sehr hellgelb, fast farblos.

Spec. Gew. zwischen 2,9 und 3,3 (nach Guiscardi 3,487).

Die Angabe von Rebuffat (diese Zeitschr. 26, 219), daß der Guarinit kein Titan enthält, wurde qualitativ bestätigt. Die von Rebuffat aufgestellte Formel $10\text{SiO}_2 \cdot 5(\text{Al}, \text{Fe}, \text{Ce})_2\text{O}_3 \cdot 8\text{CaO} \cdot 2(\text{K}, \text{Na})_2\text{O}$ wird als



In enger Beziehung steht der Guarinit mit dem Danburit. Beide sind rhombisch:

$$\begin{aligned} \text{Guarinit } a : b : \frac{4}{3}c &= 0,99268 : 1 : 0,49343, \\ \text{Danburit } b : a : c &= 1 : 1,08892 : 0,48006. \end{aligned}$$

Die optischen Eigenschaften beider stimmen überein. Der äußere Habitus ist auch ähnlich.

Der Guarinit ist der Danburitreihe zuzuordnen.

Ref.: Erich Kaiser.

27. A. Johnsen (in Königsberg i. Pr.): **Eisenkies von Traversella** (Centralbl. f. Min. usw. 1902, S. 566—567).

An einem Eisenkieszwilling nach {110} verläuft die Zwillingsgrenze unregelmäßig über die Oktaëderflächen. Auf diesen sind auf beiden Seiten der Grenze verschieden orientierte Flächenzeichnungen zu beobachten. Große gleichseitige Dreiecke mit hie und da schwach convexer Seite werden durch hervorspringende Flächenstreifen von der ungefähren Lage von {210} gebildet. Kleinere Ätzhügel werden von je drei Flächen von {210} gebildet.

Ref.: Erich Kaiser.

28. F. Rinne (in Hannover): **Die Lockerung des Krystallgebäudes unter dem Einfluß von Salzsäure** (Ebenda 594—601).

Bei der Zersetzung von Natrolith und Analcim durch Salzsäure bildet sich kolloidale Kieselsäure derart, daß die Form der angewandten Substanz verloren geht. Platten von Heulandit, Brewsterit, Desmin, Harmotom, Phillipsit, Chabasit werden jedoch so umgeändert, daß die Form erhalten bleibt. Die Form erhält sich auch noch nach erfolgtem Glühen. Künstliche Pseudomorphosen von Kieselsäure nach den angegebenen Zeolithen lassen sich auf diesem Wege erhalten, den Verf. als eine Lockerung des Krystallgebäudes bezeichnet.

In den erhaltenen Körpern lassen sich nun in bezug auf die optischen Verhältnisse Anklänge an den Bau der ursprünglichen Substanzen nachweisen. Während bei den wasserhaltigen Präparaten die Doppelbrechung noch recht schwach ist, verursacht Glühen eine Kräftigung der Polarisationswirkung. Die Kieselsäurepseudomorphosen (vom Verf. als Desminkiesel, Heulanditkiesel, Brewsteritkiesel, . . . bezeichnet) zeigen dann eine Felderteilung wie die unversehrten Krystalle, nur daß Größe der Felder und optische Orientierung von der ursprünglichen Substanz abweichen. Heulandit, Brewsterit, Desmin und Harmotom lieferten auf diese Weise Kieselsäure, der auf Grund der beobachteten optischen Verhältnisse gesetzmäßige Richtungsunterschiede zugeschrieben werden mußten.

Zur Erklärung wird darauf hingewiesen, daß die entstandenen Kieselsäureteilchen Reste der Silicateilchen des ursprünglichen Minerals sind, und daß der Zusammenhang dieser Restteile bewahrt geblieben sei. Vielleicht komme auch den erhaltenen Kieselsäureteilchen an sich keine Doppelbrechung zu, die

vielmehr zusammenhänge mit inneren Spannungen in dem gelockerten, aber noch in sich zusammenhaltenden Raume der ursprünglichen Substanz.

Ref.: Erich Kaiser.

29. E. Zalinski (in New York): **Über die Löslichkeit der Eisenerze in Fluorwasserstoffsäure** (Centralbl. f. Min., Geol. u. Pal. 1902, S. 647—649).

Staubfein gepulverte Magnetitoktaeder aus Chloritschiefer vom Greiner im Zillertal sind schon nach wenigen Stunden von reiner Flußsäure zum Teil gelöst. In 20 Stunden ist der Magnetit völlig gelöst.

Bei 70stündiger Behandlung mit *HFF* zeigte sich folgendes Verhalten der feingepulverten Mineralien.

1. Magnetit völlig löslich } Beide bilden etwas Eisenfluorid FeF_3 als weiß-
2. Ilmenit völlig löslich } lichen Niederschlag.
3. Magnetkies sehr schwer löslich.
4. Eisenglanz nicht vollkommen unlöslich.
5. Eisenkies vollkommen unlöslich.
6. Chromit vollkommen unlöslich.

Ref.: Erich Kaiser.

30. A. Johnsen (in Königsberg i. Pr.): **Quarzzwilling nach P₂ von Annaberg i. S.** (Ebenda S. 649—651).

Eine angeblich von »Andreasberg i. S.« stammende Stufe, die durchweg aus Quarzkrystallen besteht, zeigt einen ca. 10 mm großen Zwillling nach {11 $\bar{2}$ 2}. Der Krystall zeigt {10 $\bar{1}$ 0}, {10 $\bar{1}$ 1}, {0111} und ist flach nach der gemeinsamen Säulenfläche.

Ref.: Erich Kaiser.

31. E. Wittich und B. Neumann (in Darmstadt): **Über ein neues Vorkommen von Kakoxen am Taunusrande** (Ebenda S. 656—658).

In den Manganerzlageren von Ober-Rosbach (nahe Friedberg, nördlich Frankfurt a. Main) treten außer schönen Pyrolusitkrystallen und Psilomelannieren nur noch Polianit, seltener Manganspat und in den seitlichen Begrenzungszonen *Mn*-haltiges Eisencarbonat und Pyrit auf. Über dem Manganerzlager breitet sich eine mehrere Meter mächtige Brauneisenerzzone aus (mit im Mittel 54,07 *Fe*, 1,42 *Mn*, 0,769 *P* entsprechend 1,76 P_2O_5 und 6,24 Rückstand von Silicaten usw.).

In diesem braunen Eisenerz, besonders in dem *Mn*-armen, fanden sich vielfach Krystallaggregate von Kakoxen in sammetartigen Überzügen von dunkelgoldgelber Farbe oder als Ausfüllungen von Hohlräumen in Brauneisen; nicht selten radialstrahlige Aggregate. Dichte Krystallblättchen, ohne meßbare Randflächen, zeigen Pleochroismus (hellgelb orange); Auslöschung parallel.

Durchschnittszusammensetzung: 82,70 Fe_2O_3 , 3,41 P_2O_5 , 13,84 H_2O .

Der Phosphorsäuregehalt schwankt zwischen 1,33 und 2,54 %.

Ref.: Erich Kaiser.

32. C. Klein (in Berlin): **Apatit (Moraxit) aus Swakop** (Ebenda S. 748).

Aus zersetztem Feldspat eines grobkörnigen Granites vom Swakopflusse in Deutschsüdwestafrika stammende blaugüne Krystalle zeigten $\{10\bar{1}0\}$, $\{0001\}$, $\{10\bar{1}1\}$, $\{11\bar{2}1\}$.

Ref.: Erich Kaiser.

33. C. Klein (in Berlin): **Pyromorphitzwilling nach (2021) von Friedrichs-segen bei Ems** (Centralbl. f. Min., Geol. u. Pal. 1902, S. 748—749).

Krystalle der Form $\{10\bar{1}0\}$, $\{11\bar{2}0\}$, $\{0001\}$, $\{10\bar{1}1\}$ zeigten mehrfach Individuen so verbunden, daß die Zusammensetzungs- und Zwillingsfläche eine Pyramide 1. Art ist, die zur Basis um etwa 120° geneigt ist. Dem entspricht $(20\bar{2}1)$, da $(20\bar{2}1) : (0001) = 120^\circ 28'$.

Ref.: Erich Kaiser.

34. L. van Werveke (in Straßburg i. E.): **Über das Vorkommen, die mineralogische Zusammensetzung und die Entstehung der deutsch-lothringischen und luxemburgischen Eisenerzlager.** Mit 6 Tafeln Profilen zur Gliederung des lothringischen Lias und Doggers (Bullet. mens. Org. offic. de l'Assoc. d. Ingén. luxemb. 1902, Heft 11, 2—8; Heft 12, 1—11).

Besonders charakteristisch für die nach Branco dem Dogger angehörigen lothringisch-luxemburgischen Erze ist die Oolithstructur. Die Oolithe zeigen mikroskopisch concentrisch schaligen Bau und sind zum Teil allein die Träger des Eisens. In den höheren Horizonten meist durch Kalksubstanz verkittet, bestehen sie daselbst aus Eisenoxydhydrat mit wechselndem Hydroxydgehalt. Beim Auflösen der Oolithe in *HCl* bleibt ein Gerüst aus Kieselgallert, was auf ein *Fe*-Silicat schließen läßt. Auch die Oolithe der tieferen Lager sind wesentlich Eisenoxydhydrat, frische Oolithe aber enthalten daselbst ein faseriges grünes Mineral (Beudants Berthierine, von Kenngott als Eisenoxydhydrat + Silicat erkannt), das noch häufiger blätterig oder körnig im Bindemittel vorkommt. Im »braunen Lager« hat der starke Glanz der Oolithe zu der irrthümlichen Angabe eines Glimmergehaltes geführt. Die tieferen Lager enthalten noch Magnetit und bis 20% Siderit, in einigen Horizonten auch Pyrit als charakteristischen Übergemengtheil. Die Zersetzung des letzteren und die Umsetzung des Ferrosilicates veranlassen die Bildung von concentrischen Eisenschalen, welche das kieselige »schwarze Lager«, besonders nahe bei Tage, reichlichst durchsetzen. Der Phosphor ist wohl zweifellos an Eisen gebunden, wie auch die Vanadinsäure, welche Braconnier aus lothringischen, Blum aus luxemburgischen Erzen angibt. Nebengemengtheile sind mitunter auch Zinkblende, Bleiglanz, Kupferkies und Baryt.

Die untersten Lager, das »schwarze« und das »braune« (eines der reichsten), führen kieselige Erze. Ausgesprochen kalkig ist im mittleren und östlichen Becken das nächsthöhere »graue Lager« (das technisch wichtigste), wird aber im westlichen Becken kieselig; dem »gelben« Lager von Düdelingen sind zahlreiche Kalkwacken eingeschaltet; das nur stellenweise bauwürdige »gelbe Lager von Algringen« in Lothringen ist kieselig wie das von fremden Einlagerungen freie »rote Lager von Oberkorn«. Bei den »rotkalkigen Lagern« nimmt wie bei den »grauen« gegen Westen der SiO_2 -Gehalt zu. Das »untere rotkalkige Lager« bei Esch schließt große von Eisenoolithen durchsetzte Kalknieren ein. Dasselbe schließt auch von dem weniger mächtigen »oberen rotkalkigen Lager«. Die »mittlere« Lagergruppe schließt. Dasselbe ist von roter, seltener von

dunkelvioletter Farbe und geht in einen eisenoolithischen Kalkstein über. In einem Conglomerat an der oberen Grenze der Erzformation und an anderen Stellen wurden mehrere größere Geschiebe von Gagat gefunden.

Nach einer Erwähnung der früheren Arbeiten von Giesler, Haniel, Walther, Daubrée und Braconnier, sowie einer kritischen Würdigung der Anschauungen, welche L. Hoffmann (Stahl und Eisen 1896, Nr. 23 und 24) und P. Villain (C. r. de l'Acad. d. Sci. Paris 1899, 128, 1291—1293; Bull. Soc. Belge d. Géol. etc. Bruxelles 1900, 13, 116—127; Bull. Soc. industr. Est 1900), ferner O. Lang (Stahl und Eisen 1899, Nr. 15) geäußert haben, nimmt Verf. mit Giesler, Hofmann, Braconnier und Villain an, der Eisengehalt der Minetten sei ein ursprünglicher, gleichzeitig mit der Schicht gebildeter und beruhe nicht auf Zufuhr infolge metasomatischer oder epigenetischer Prozesse. Die Regelmäßigkeit der Lager läßt keine andere Deutung zu. Verf. sieht in der lothringisch-luxemburgischen Erzformation eine Bildung der flachen See. Das Eisen, vom Festlande her dem Meere durch Bäche und Flüsse zugeführt, schlug sich nieder als Silicat ähnlich dem Glaukonit, als Carbonat, Sulfid und Oxyduloxyd, in den oberen Lagern möglicherweise auch als Oxydhydrat. Ein Vorwalten der chemischen Niederschläge erzeugte die Erzlager, überwiegende Zufuhr mechanischer Sedimente die Zwischenmittel. Küstenverschiebungen, bedingt durch Hebungen und Senkungen, waren wohl in erster Linie die Ursache dieses Wechsels.

Ref.: E. Düll.

35. W. Petrascheck (in Wien): **Das Vorkommen von Kohle im Diabas von Radotin** (Verh. k. k. geolog. Reichsanst. Wien 1902, 55—57).

F. Slavík (in Prag): **Zur Frage der Kohle im Diabas von Radotin** (Verh. k. k. geolog. Reichsanst. Wien 1902, 194—196).

Im Radotiner Tal, s.w. von Prag, schließt eine Decke untersilurischen Diabases anthracitische Kohle ein, die gegen jenes Gestein durch eine etwa 1 mm dicke Zeolithrinde abgegrenzt ist. Ein ganz schmaler Spalt, der sich in die Gesteinsmasse hineinzieht, ist von der gleichen Zeolithrinde und Calcit ausgekleidet, und erst innerhalb dieser beiden liegt die offenbar jüngere Kohlen-substanz. Verf. nimmt an, dieselbe habe sich allmählich aus bituminösen Stoffen gebildet, die durch circulierende Wässer aus übergelagerten bitumen- und fossilreichen Schiefern herzugeführt wurden.

Slavík stellt der vorstehend mitgeteilten Anschauung Petraschecks die folgende gegenüber. Wie sonst in paläozoischen Massengesteinen Mittelböhmens von unten emporgebrachte, aus durchbrochenen Sedimentärschichten stammende Einschlüsse von Anthraciten vorkommen, so dürfte dies auch beim Radotiner Diabas möglich sein. Die Kohlensubstanz konnte, bei der Zersetzung des Diabases in die Klüfte gelangt, dortselbst mit Calcit und Zeolithen die Ausfüllung bilden.

Ref.: E. Düll.

36. H. V. Graber (in Wien): **Über die Plasticität granitischer Gesteine** (Ebenda 144).

Verf. erwähnt das Vorkommen besonders großer und schöner, nach (040) tafeliger Orthoklase (Karlsbader Zwillinge) in porphyrischem Granit des oberösterreichischen Mühlviertels, z. B. von Rottenegg bei Linz.

Ref.: E. Düll.

37. R. Handmann (in ?): Über ein Vorkommen von Cordierit und Sillimanit bei Linz in Oberösterreich (Verh. k. k. geolog. Reichsanst. Wien 1902, 217—218).

Cordierit findet sich in den Granitgneißen bzw. Graniten des Kürnberger Reviers bei Linz eingesprengt in Körnern oder derb, bisweilen frisch, gewöhnlich aber pinitisiert. Mitunter bedeckt Graphit in Schichten von einigen cm Dicke Flächen frischen Cordierits oder dazwischenliegender Pinitstränge; dieselben zeigen dann zuweilen eine gewisse Holzstructur. Seltener findet sich weißer Calcit mit Cordierit verwachsen; ersterem sind sternförmige Graphitaggregate eingelagert. Ein anderes Vorkommen in dortiger Gegend zeigt violetten bis schwärzlichblauen Cordierit, ferner der Gesteinsfaltung folgend Schichten weißen, faserigen Sillimanites; Granate und Graphitblättchen finden sich daneben eingebettet.

Ref.: E. Düll.

38. L. K. Moser (in ?): Bergteer von Sistiana (Ebenda 266—267).

Nächst Sistiana bei Triest zeigt weißer Kreidekalkstein eine mächtige Einlagerung graubraunen feinkörnigen Hippuritenkalksteines und ist daselbst förmlich getränkt und in Hohlräumen erfüllt mit schwarzem, in dünnen Fäden braun durchscheinenden Bergteer. Frisch ziemlich flüssig, erhärtet dieser an der Luft, wie auch beim Abkühlen zu einer asphaltähnlichen Masse. Im letzteren Falle wird er spröde. Er brennt mit prasselnder gelblicher Flamme. Auf Kluft- oder Rutschflächen findet sich fester Asphalt in Form dünner, stark glänzender Überzüge.

Ref.: E. Düll.

39. G. v. Bukowsky (in Wien): Zur Kenntnis der Quecksilbererzlagerstätten in Spizza (Süddalmatien) (Ebenda 302—309).

Den wichtigsten dieser Lagerstätten, zinnoberführenden Barytgängen, begegnet man in dem Werfener Dolomit in der Gegend der Donja glavica. Gegen den Baryt treten Calcit, noch mehr aber Quarz, Kieselsinter, ferner ein kiesel-säurereicher Kalk und Dolomit als Gangmittel zurück. Zwischen großen schönen Tafeln, die der 0,04—0,5 m mächtige, meist derbe Gangbaryt mitunter bildet, finden sich derbe braune Massen höherer Manganoxyside eingelagert. Der Zinnober ist sehr ungleichmäßig eingesprengt; auch gewisse Zersetzungsproducte führen Quecksilbererz. Der Hg-Gehalt schwankt zwischen 3,05 und 16,09% bei Reicherz, bei ärmeren Erzstufen zwischen 0,18 und 1,30%. Auf der Spitze der Donja glavica führt ein 0,1—0,2 m mächtiger Barytgang verhältnismäßig viel Zinnober in fast || Einlagerung zum Schichtstreichen; ebenso reiche Erzstufen sind an dem Punkte Četvertak zu erhoffen. Sehr wahrscheinlich finden die mit Baryt und Calcit gefüllten Querspalten überall an den Grenzen der dem Werfener Dolomit benachbarten Schichtgruppen, oder mindestens bald nach Überschreitung derselben ihren Abschluß. Eine von den Gängen seitwärts ausgehende, irgend beachtenswerte Imprägnation des Dolomits mit Zinnober liegt nicht vor; kleinere, wahrscheinlich zu einem engeren Netze verbundene Nebenkluft- sind in der gleichen Weise ausgefüllt wie die Spalten erster Ordnung. In der Gegend Grabovik konnte Zinnober nur in Spuren nachgewiesen werden. Der Dolomit scheint im Gegensatz zu den Gesteinen des Hangenden und Liegenden für die Entstehung von Spalten, in denen Minerallösungen führende Thermalwässer aufsteigen konnten, günstiger beschaffen zu sein. Das Erzvorkommen in dem unteren sandig-schieferigen Complexe der Werfener Schichten bei Peroć, wo das

Quecksilber in Spizza zuerst entdeckt wurde, stellt ein im kleinen äußerst zerüttetes wenig umfangreiches Terrainstück dar, welches größtenteils direct mit Zinnober imprägniert erscheint. Durch Gebirgsstörungen erzeugte feine Klüfte haben hier als Bahnen für Thermalwässer gedient, und in ihnen lagerten sich dem Kalke und den anstoßenden stark gelockerten Schiefern Zinnober und wenig Baryt ein. Der Zinnober ist in den bis jetzt aufgedeckten Partien größtenteils zu Quecksilber umgewandelt, in dessen Begleitung Pyrit auftritt. Hier und da kommt in den Werfener Schichten Gypspat vor. Ref.: E. Düll.

40. W. Hammer (in Wien): **Mitteilung über Studien in der Val Furva und Val Zebra bei Bormio (Veltlin)** (Verhandl. k. k. geol. Reichsanst. Wien 1902, 320—330).

An der Südwand der Cima della Miniera verwandelt Diorit den dunkelgrauen Ortlerkalk in grell weißgelben Marmor mit Olivin, Spinell, Diopsid und grünem Glimmer, seltener mit Vesuvian und Granat. In diesen Contactfelsen ist auch Calcit in großen Körnern entwickelt. Der besonders reichliche Olivin bildet makroskopisch hellgrüne rundliche Körner, die durch *HCl* schwer aufschließbar sind und häufig in Serpentin übergehen. Nach seinem Gehalte an 36 % *CaO* und 46,8 % *MgO* muß er als Monticellit bezeichnet werden.

Ref.: E. Düll.

41. C. v. John (in Wien): **Über Gabbro- und Granititeinschlüsse im Basalt von Schluckenau in Böhmen** (Jahrb. k. k. geol. Reichsanst. Wien 1902, 52, 144—162).

Ein Augitkrystallfragment aus dem Nephelin-Basanit vom Kreuzberge ergab die nachstehend sub I. verzeichnete Zusammensetzung, welche dieses monokline Mineral den im Basalt selbst vorkommenden Augiten anreicht. Das Analysenergebnis II. gehört zu einem Labradorit innerhalb der Gabbroeinschlüsse im Basalt vom Kreuzberge ($\alpha' = +34^\circ$ im spitzen Winkel (100):(001)). Dasselbst kommt auch ein Pleonast (Analyse III.) in grünen unregelmäßig begrenzten Partien, mit Diallag und auch Hypersthen mikropegmatitisch oder regellos verwachsen, vor. Das Analysenmaterial, vollkommen reiner Spinell, wurde erhalten durch Behandeln des Gabbropulvers mit *HF* und, nach Abgießen derselben und Auswaschen des Rückstandes mit Wasser, durch mehrmaliges Digerieren mit *HCl*, bis sich letztere nicht mehr färbte.

	I.	II.	III.
<i>SiO</i> ₂	44,82	52,65	—
<i>TiO</i> ₂	0,60	—	—
<i>Al</i> ₂ <i>O</i> ₃	7,80	28,80	62,44
<i>Fe</i> ₂ <i>O</i> ₃	7,23	1,45	—
<i>FeO</i>	8,07	—	22,70
<i>CuO</i>	20,60	12,60	—
<i>MgO</i>	9,37	0,46	13,70
<i>K</i> ₂ <i>O</i>	0,92	0,38	—
<i>Na</i> ₂ <i>O</i>	0,32	3,80	—
Glühverlust	0,62	0,80	—
	100,35	100,64	98,84

Ref.: E. Düll.

42. H. Graf Kayserling (in ?): **Geologisch-petrographische Studien im Gebiete der Melaphyre und Augitporphyre Südtirols** (Jahrb. k. k. geolog. Reichsanst. Wien 1902, 52, 344—352).

Der Lavencomplex zwischen den Palle di S. Lucano und Val Falcade umfaßt u. a. eigentliche Melaphyre und Augitporphyre. In denselben finden sich idiomorphe Augiteinsprenglinge bis über 3 cm lang. Die schönen Krystalle sind dunkelflaschengrün (Strich moosfarben) ohne Pleochroismus, nur prismatisch spaltbar, meist zwillingslamelliert nach dem Augitgesetze, auch verzwillingt nach (001); $c:\gamma = 46^\circ$; $2V = 56^\circ$, corr. 52° ; Dispersion sehr schwach; der Augit gehört der Diopsid-Hedenbergitreihe an. Nach ihm finden sich schöne Pseudomorphosen: von Quarz, umsäumt von Chlorit und Bowlingit (?) — vorzugsweise im Orthoklasporphyr —, sodann in ganz zersetztem Gesteine von Calcit mit wenig grünen Beimengungen. Eine ähnliche Größe erreichen wachsähnliche, selten glasig frische Plagioklase, meist lang leistenförmig nach *M* und *I*, schon makroskopisch zonar gebaut; der am stärksten zersetzte Kern ist dunkel, herum lagern sich rötliche oder braungrünliche Zonen; der Rand ist oft weiß. Der Anorthitgehalt schwankt zwischen 50—70 %. In einer Gesteinsprobe von der Forcella Gesuretta wurde an Feldspäten die seltene Erscheinung beobachtet, daß der Anorthitgehalt 50 % im Kern und 60 % in der äußersten Zone beträgt. Große Labrador einsprenglinge zeigen ohne bestimmbare Gesetzmäßigkeit sehr häufig kreuzweise Verwachsung; meist ist beiden Individuen der stark verwitterte Kern gemeinsam.

Ref.: E. Düll.

43. B. Baumgärtel (z. Z. in Clausthal): **Der Erzberg bei Hüttenberg in Kärnten** (Ebenda 249—244. Inaug.-Diss. d. Univ. München 1902).

Gneißige Gesteine, die einen flachen Sattel bilden, dessen Scheitel fast in der Mittellinie des besprochenen Gebietes liegt und der von NW nach SO streicht, herrschen vor. Als Einlagerungen in den Gneiß, die von Glimmerschiefer, Glanz- und Grünschiefer, endlich normalen Thonschiefern überlagert werden, treten körnige Kalke und »schörlführende pegmatitische Gneiß« (Pegmatite) auf. Die letzteren kommen auch in unzweifelhaft durchgreifender Lagerung vor und bilden Gänge, welche die Kalke sowie die hauptsächlich in diesen einbrechenden Erze (Spat- und daraus hervorgegangene Brauneisensteine) durchsetzen und dann oft kaolinisiert sind.

Die Gneiß haben im allgemeinen den Charakter injizierter Schiefer und enthalten neben stark kataklastischem Quarz, Orthoklas, Andesin, lichtem Glimmer und Sillimanit noch Turmalin, Almandin, Chlorit, Rutil, Titaneisen, Zirkon, Apatit, Disthen, Magnetkies, Graphit, Schwefelkies und Orthit. Neben dem letzteren Mineral, das teils braune, teils farblose Körner bildet, wurden in einem Gestein aus der Nachbarschaft eines typischen Granat-Diopsidhornfels noch farblose Körner von ähnlicher Lichtbrechung aufgefunden, die nur mit Vorbehalt als zum Orthit gehörig betrachtet werden können.

Die Form der Erzablagerung ist durch die Lagerkarte des Reviere oberer Knappenberg und die dazu gehörigen Schnitte, dann durch mehrere Ortsbilder in sehr zutreffender Weise zur Darstellung gebracht worden. Das Einfallen der trotz mannigfacher Formen einen plattenförmigen Charakter besitzenden Lagerstätten ist im allgemeinen mit den Schichten des Lagerkalkes nach SW gerichtet, es kommen jedoch auch gangartige Durchsetzungen der Kalke vor.

Die Pegmatite und die injizierten Schiefer sind als Ausläufer eines granitischen Lakkolithen zu betrachten, mit dessen Intrusion auch die Entstehung der

Glimmerschiefer im Zusammenhange stehen dürfte. Wahrscheinlich waren diese eruptiven Vorgänge von Thermalwässern begleitet, welche Anlaß zur Kaolinisierung eines Theiles der feldspatführenden Gesteine und zu weitgehenden metasomatischen Prozessen gaben, die durch Verdrängung des Kalksteines das Entstehen der Spateisensteinlagerstätten bedingten. Ähnliche Verhältnisse, wie am Hüttenberger Erzberge bestehen in Oberungarn (Gömörer und Zipser Comitát) sowie bei den großen Spateisensteinablagerungen Siebenbürgens.

Ref.: Dr. R. Canaval.

44. C. A. Redlich (in Leoben): **Eine Kupferkieslagerstätte im Hartelgraben bei Kaisersberg in Steiermark** (Österr. Zeitschr. f. Berg- u. Hüttenwesen 1902, 432—433).

In graphitischen, dem Carbon (?) angehörigen Schiefern treten lagerartige Imprägnationen von Quarz und Kupferkiesen auf. Kiesproben ergaben 26,6 % Cu im Durchschnitt.

Ref.: Dr. R. Canaval.

45. W. Setz (in Feistritz-Peggau, Steiermark): **Die Erzlagerstätten der Gegend von Deutsch-Feistritz, Peggau, Frohnleiten, Übelbach und Thalgraben (in Steiermark)** (Zeitschrift für praktische Geologie. 1902, 10, 357—378 u. 393—414).

Eine fast rein bergmännische Beschreibung dieser als »Lagergänge« bezeichneten, Zinkblende und silberhaltigen Bleiglanz, dann Ankerit, Baryt und Quarz führenden, durch ihre Verbindung mit (silurischen nicht »devonischen«) Sericitschiefern bemerkenswerthen Erzniederlagen. Die Abhandlung bringt mehrere recht charakteristische Ortsbilder.

Ref.: Dr. R. Canaval.

XXII. Grundlagen einer neuen Theorie der Krystallstructur.

Von

A. Nold in Diez a. d. Lahn.

Zweite Abhandlung.

(Hierzu Taf. XII und XIII und 3 Textfiguren.)

Der Gang der weiteren Untersuchung ergibt sich aus einer Betrachtung des Raumsechsrings, dessen Bedingung (auf das gleichseitige Dreieck bezogen) $\cos \alpha = \cos \beta$ und $\cos \gamma = -\frac{1}{3}\sqrt{6}$ ist (Fig. 7, Taf. XII). In demselben liegen die Schwerpunkte der vier Bausteine A, B, C, D in einer Ebene; diejenigen Krafrichtungen je zweier unter sich verbundener, die mit der gemeinsamen Bindung gleiche Winkel einschließen, liegen ebenfalls in einer Ebene. Verlängert man nun die am Ringschluß beteiligten Richtungen rückwärts bis zu ihrem Schnittpunkt, dann schließen diese den Winkel $38^{\circ} 56' 28''$ d. i. die Differenz der Winkel $109^{\circ} 28' 14''$ und $70^{\circ} 31' 46''$ ein. Wenn man diesen Sechsring nun als starr auffaßt, dann erscheint er als Vierring aus dem Winkel 109° . . . und dem hypothetischen 38° . . ., in dem sich die gleichen Winkel gegenüber liegen, worauf man die Berechnung des Ringes stützen kann. Aus dieser Überlegung geht hervor, daß außer den Winkeln, die an dem Bausteine selbst vorkommen, noch die Differenz der beiden, dargestellt durch die starre Verbindung zweier Bausteine, der Art, daß die mit der Verbindungskrafrichtung gleiche Winkel einschließenden Krafrichtungen in einer Ebene liegen, in die Untersuchung hineinzuziehen ist, die eine weitere Gruppe homogener Ringe bedingt. Da ferner bei dieser Auffassung der homogene Sechsring als ein Vierring mit abwechselnd verschiedenen Winkeln, also als heterogener Ring erscheint, wobei die Symmetrieverhältnisse dieselben bleiben, so lenkt diese Betrachtung zu den heterogenen Ringen hinüber und zwar direct zu solchen mit je zwei verschiedenen Winkeln, die abwechselnd am Ringschluß beteiligt

sind, indirect zu der unendlichen Anzahl der übrigen heterogenen Ringe, die alle einen geringeren Grad von Symmetrie zeigen.

Die folgende Untersuchung zerfällt in:

I. Homogene geradzählige Ringe mit $\angle 38^\circ \dots$

II. Heterogene geradzählige Ringe, in denen je zwei der drei Winkel $409^\circ \dots$, $70^\circ \dots$, $38^\circ \dots$, abwechselnd am Ringschluß beteiligt sind.

Den Schluß bildet die Feststellung eines zahlenmäßigen Zusammenhanges der untersuchten Ringe.

I. Homogene Ringe mit dem $\angle 38^\circ 56' 28''$.

In Fig. 4 seien die Punkte A und B und die Punkte C und D unter sich in der oben angegebenen Weise starr verbunden. Da die vier Punkte A, B, L, M in einer Ebene liegen, so ist es gleichbedeutend, ob die starr verbundenen Punkte A und B oder ob der Punkt O_1 , der Schnittpunkt der Rückverlängerung der Kraftrichtungen LB und MA , um die Gerade LM als Axe rotieren. Dasselbe gilt auch für den Punkt O_2 . Nun schneiden sich diese Rückverlängerungen unter dem Winkel $38^\circ 56' 28''$. Daher tritt an die Stelle der Winkel $70^\circ \dots$ oder $409^\circ \dots$ der homogenen Ringe der ersten Abhandlung hier der $\angle 38^\circ \dots$. Diese Veränderung des Winkels bedingt eine Veränderung der Größen p und g . g ist $= PO_1 = QO_2$, auf

$LO_1 = LO_2$ als Einheit bezogen, gleich $\frac{2}{3}\sqrt{2}$ und $p = \frac{1}{3}$. Sollen nun die Punkte B und C ihre maximale Entfernung erreichen, eine Gerade bilden, dann müssen die Punkte O_1 und O_2 in die Verlängerung derselben fallen und die Entfernung $LO_1 + LO_2 = 2$ erreichen. Die mathematische Untersuchung gestaltet sich daher genau so wie die der bereits untersuchten homogenen Ringe. Dabei wird der Raumvierring als solcher untersucht, die höheren Raumringe werden aber auf niedere ebene Polygone zurückgeführt werden.

A. Der Raumvierring mit dem $\angle 38^\circ 56' 28''$.

(S. Fig. 4, Taf. XII.)

Wie beim Raumvierring mit dem Winkel $70^\circ \dots$ findet hier die allgemeine Gleichung Anwendung:

$$DE^2 = 2[g^2 + 2p^2 \sin^2 \zeta - 2gp \sin \zeta \cos \zeta \cos \sigma - 2gp \sin \zeta \cos \zeta \cos \tau - g^2 \sin \sigma \sin \tau + g^2 (\cos^2 \zeta - \sin^2 \zeta) \cos \sigma \cos \tau].$$

Mit den Werten $DE = 2$, $p = \frac{1}{3}$, $g = \frac{2}{3}\sqrt{2}$ und $2\zeta = 90^\circ$ liefert dieselbe, wenn wir die Rotationswinkel der Reihe nach mit α , β , γ , δ bezeichnen, folgende vier Gleichungen:

$$9 = -2\sqrt{2} \cos \alpha - 2\sqrt{2} \cos \beta - 8 \sin \alpha \sin \beta$$

$$9 = -2\sqrt{2} \cos \beta - 2\sqrt{2} \cos \gamma - 8 \sin \beta \sin \gamma$$

$$9 = -2\sqrt{2} \cos \gamma - 2\sqrt{2} \cos \delta - 8 \sin \gamma \sin \delta$$

$$9 = -3\sqrt{2} \cos \delta - 2\sqrt{2} \cos \alpha - 8 \sin \delta \sin \alpha$$

oder nach einfacher Substitution:

$$9 = -2\sqrt{2} \cos \alpha - 2\sqrt{2} \cos \beta - 8\sqrt{1 - \cos^2 \alpha} \cdot \sqrt{1 - \cos^2 \beta}$$

$$9 = -2\sqrt{2} \cos \beta - 2\sqrt{2} \cos \gamma - 8\sqrt{1 - \cos^2 \beta} \cdot \sqrt{1 - \cos^2 \gamma}$$

$$9 = -2\sqrt{2} \cos \gamma - 2\sqrt{2} \cos \delta - 8\sqrt{1 - \cos^2 \gamma} \cdot \sqrt{1 - \cos^2 \delta}$$

$$9 = -2\sqrt{2} \cos \delta - 2\sqrt{2} \cos \alpha - 8\sqrt{1 - \cos^2 \delta} \cdot \sqrt{1 - \cos^2 \alpha}$$

Mit den Abkürzungen: $9 + 2\sqrt{2} \cos \alpha = l$ und $1 - \cos^2 \alpha = n$ entwickelt sich aus Ia:

$$\cos \beta = \frac{-2l\sqrt{2} \pm \sqrt{64n(64n + 8 - l^2)}}{64n + 8}$$

und aus IVa:

$$\cos \delta = \frac{-2l\sqrt{2} \pm \sqrt{64n(64n + 8 - l^2)}}{64n + 8}$$

Aus der Gleichung Ia erhält man durch Umformen und Quadrieren:

$$64 \cos^2 \alpha \cos^2 \beta - 72 \cos^2 \alpha - 72 \cos^2 \beta - 16 \cos \alpha \cos \beta \\ - 36\sqrt{2} \cos \alpha - 36\sqrt{2} \cos \beta - 17 = 0,$$

eine Gleichung, in der $\cos \alpha$ mit $\cos \beta$ vertauscht werden kann, daher $\cos \alpha = \cos \beta$, und wir haben:

I. Fall. Bei gleichem Vorzeichen der Wurzel ausdrücke:

$$\cos \alpha = \cos \beta = \cos \gamma = \cos \delta, (\sin \alpha = -\sin \beta \dots).$$

Dann geht eine der obigen Gleichungen über in:

$$8 \cos^2 \alpha + 4\sqrt{2} \cos \alpha + 1 = 0, \\ \cos \alpha = -\frac{1}{4}\sqrt{2}.$$

Für $\cos \alpha = \cos \beta$ geht obige aus Ia. entwickelte Gleichung über in:

$$64 \cos^4 \alpha - 160 \cos^2 \alpha - 72\sqrt{2} \cos \alpha - 17 = 0,$$

deren Wurzeln sind:

$$\begin{aligned} \cos \alpha_1 &= -\frac{1}{4}\sqrt{2} \\ \cos \alpha_2 &= -\frac{1}{4}\sqrt{2} \\ \cos \alpha_3 &= \frac{1}{4}\sqrt{2} + \frac{3}{4} \\ \cos \alpha_4 &= \frac{1}{4}\sqrt{2} - \frac{3}{4} \end{aligned} \quad \left. \begin{array}{l} \\ \\ \\ \end{array} \right\} \text{imaginäre Werte!}.$$

4) D. h. imaginär für den cos eines Winkels.

Die einzige Lösung ist $\cos \alpha = \cos \beta = \cos \gamma = \cos \delta = -\frac{1}{4}\sqrt{2}$, und da die Winkel abwechselnd im zweiten und dritten Quadranten liegen müssen, so muß sein:

$$\alpha = 110^{\circ} 42' 17'', \quad \beta = 249^{\circ} 17' 43'', \quad \gamma = 110^{\circ} 42' 17'', \\ \delta = 249^{\circ} 17' 43''.$$

II. Fall. Die Wurzel ausdrücke in den Werten für $\cos \alpha$ usw. haben verschiedenes Vorzeichen.

Wir können die Entwicklung hier übergehen, das Resultat ist dasselbe wie bei Fall I, so daß wir als Endergebnis dasselbe wie beim Raumviererring mit 70° ... haben: Es ist nur ein Raumviererring möglich.

B. Die Raumsechsringe mit dem $\angle 38^{\circ} 56' 28''$.

(S. Figg. 2—3, Taf. XII.)

Beziehen wir dieselben wie die Raumsechsringe mit 70° ... oder 109° ... auf ein gleichseitiges Dreieck, dann erhalten wir unter Anwendung der vereinfachten Gleichung:

$$2p^2 \cos^2 \zeta - g^2 = g^2(\cos^2 \zeta - \sin^2 \zeta) \cos \sigma \cos \tau - g^2 \sin \sigma \sin \tau \\ - 2gp \cos \zeta \sin \zeta \cos \sigma - 2gp \cos \zeta \sin \zeta \cos \tau$$

mit den Werten $p = \frac{1}{3}$, $g = \frac{2}{3}\sqrt{2}$ und $\zeta = 30^{\circ}$ folgende Grundgleichungen, wenn wir die Rotationswinkel der Reihe nach α , β , γ nennen:

$$\begin{aligned} \text{I.} \quad & -13 = 8 \cos \alpha \cos \beta - 16 \sin \alpha \sin \beta - 2\sqrt{6} \cos \alpha - 2\sqrt{6} \cos \beta \\ \text{II.} \quad & -13 = 8 \cos \beta \cos \gamma - 16 \sin \beta \sin \gamma - 2\sqrt{6} \cos \beta - 2\sqrt{6} \cos \gamma \\ \text{III.} \quad & -13 = 8 \cos \gamma \cos \alpha - 16 \sin \gamma \sin \alpha - 2\sqrt{6} \cos \gamma - 2\sqrt{6} \cos \alpha, \end{aligned}$$

die durch eine einfache Substitution übergehen in:

$$\begin{aligned} \text{Ia.} \quad & -13 = 8 \cos \alpha \cos \beta - 16\sqrt{1 - \cos^2 \alpha} \cdot \sqrt{1 - \cos^2 \beta} - 2\sqrt{6} \cos \alpha - 2\sqrt{6} \cos \beta \\ \text{IIa.} \quad & -13 = 8 \cos \beta \cos \gamma - 16\sqrt{1 - \cos^2 \beta} \cdot \sqrt{1 - \cos^2 \gamma} - 2\sqrt{6} \cos \beta - 2\sqrt{6} \cos \gamma \\ \text{IIIa.} \quad & -13 = 8 \cos \gamma \cos \alpha - 16\sqrt{1 - \cos^2 \gamma} \cdot \sqrt{1 - \cos^2 \alpha} - 2\sqrt{6} \cos \gamma - 2\sqrt{6} \cos \alpha. \end{aligned}$$

Mit den Abkürzungen $2\sqrt{6} \cos \alpha - 13 = l$, $2\sqrt{6} - 8 \cos \alpha = p$ und $1 - \cos^2 = q$ erhält man aus Ia:

$$\cos \beta = \frac{-pl \pm \sqrt{256q(p^2 + 256q - l^2)}}{p^2 + 256q}$$

und aus IIIa:

$$\cos \gamma = \frac{-pl \pm \sqrt{256q(p^2 + 256q - l^2)}}{p^2 + 256q}.$$

Daher ist bei gleichem Vorzeichen der Wurzel ausdrücke $\cos \beta = \cos \gamma$. Aus dem Ausdruck für $\cos \beta$ entwickelt sich folgende Gleichung:

$$(280 - 32\sqrt{6} \cos \alpha - 192 \cos^2 \alpha) \cdot [280 \cos^2 \beta - 32\sqrt{6} \cos^2 \beta \cos \alpha \\ - 192 \cos^2 \alpha \cos^2 \beta + 256 \cos \alpha \cos \beta - 32\sqrt{6} \cos^2 \alpha \cos \beta \\ - 52\sqrt{6} \cos \beta + 280 \cos^2 \alpha - 52\sqrt{6} \cos \alpha - 87] = 0.$$

Aus dem zweiten Klammerausdruck $= 0$ gesetzt geht eine Gleichung hervor, in der $\cos \alpha$ mit $\cos \beta$ vertauscht werden kann, daher $\cos \alpha = \cos \beta$, und wir haben:

I. Fall. Gleiches Vorzeichen der Wurzel ausdrücke vorausgesetzt:

$$\cos \alpha = \cos \beta = \cos \gamma,$$

dann geht eine der Grundgleichungen über in:

$$24 \cos^2 \alpha - 4\sqrt{6} \cos \alpha - 3 = 0$$

$$\cos \alpha_1 = + \frac{1}{4} \sqrt{6}$$

$$\cos \alpha_2 = - \frac{1}{4} \sqrt{6}.$$

Der erste Klammerausdruck der obigen Gleichung gleich 0 gesetzt liefert:

$$- 192 \cos^2 \alpha - 32\sqrt{6} \cos \alpha + 280 = 0$$

$$24 \cos^2 \alpha + 4\sqrt{6} \cos \alpha - 35$$

$$\left. \begin{aligned} \cos \alpha_1 &= \frac{5}{12} \sqrt{6} \\ \cos \alpha_2 &= - \frac{7}{12} \sqrt{6} \end{aligned} \right\} \text{(imaginäre Werte).}$$

Der zweite Klammerausdruck $= 0$ liefert für $\cos \alpha = \cos \beta$ folgende Gleichung vierten Grades:

$$192 \cos^4 \alpha + 64\sqrt{6} \cos^3 \alpha - 846 \cos^2 \alpha + 104\sqrt{6} \cos \alpha + 87 = 0,$$

deren Wurzeln sind:

$$\cos \alpha_1 = - \frac{1}{12} \sqrt{6}$$

$$\cos \alpha_2 = + \frac{1}{4} \sqrt{6}$$

$$\left. \begin{aligned} \cos \alpha_3 &= - \frac{1}{4} \sqrt{6} + 2 \\ \cos \alpha_4 &= - \frac{1}{4} \sqrt{6} - 2 \end{aligned} \right\} \text{(imaginäre Werte).}$$

Als erste Lösung haben wir: $\cos \alpha = \cos \beta = \cos \gamma = - \frac{1}{12} \sqrt{6}$ ($104^\circ 46' 43''$) und die Winkel selbst alle gleich, entweder gleich $104^\circ 46' 43''$ oder gleich $258^\circ 43' 17''$. Durch Umkehren im Raume geht die eine Configuration in die andere über.

II. Fall. Die Wurzel ausdrücke haben verschiedenes Vorzeichen. Es ist also:

$$\cos \beta = \frac{-pl + \sqrt{256q(p^2 + 256q - l^2)}}{p^2 + 256q}$$

$$\cos \gamma = \frac{-pl - \sqrt{256q(p^2 + 256q - l^2)}}{p^2 + 256q}$$

Diese Ausdrücke in die Gleichung IIa. eingeführt liefern nach einigen Umformungen folgende Schlußgleichungen:

$$1) \quad (p^2 + 256q) [-13p^2 - 1280q - 8l^2 - 4\sqrt{6}pl] \\ = -16(p^2 + 256q)(l^2 - p^2)$$

oder

$$2) \quad (p^2 + 256q) [-13p^2 - 1280q - 8l^2 - 4\sqrt{6}pl] \\ = -16(p^2 + 256q)(p^2 - l^2);$$

1a. $p^2 + 256q = 0$, eine Gleichung, deren Wurzeln sind:

$$\cos \alpha_1 = \frac{1}{12}\sqrt{6}; \quad \cos \alpha_2 = -\frac{7}{12}\sqrt{6} \quad (\text{s. o.}),$$

$$1b. \quad 8l^2 - 29p^2 - 4\sqrt{6}pl - 1280q = 0$$

liefert folgende Gleichung:

$$0 \cos^2 \alpha + 0 \cos \alpha + 0 = 0.$$

Der zweite Klammerausdruck der Gleichung 2) liefert:

$$3p^2 - 24l^2 - 4\sqrt{6}pl - 1280q = 0,$$

deren Wurzeln sind: $\cos \beta = -\frac{1}{4}\sqrt{6} \pm 2 \quad (\text{s. o.}).$

Nach 1b. kann $\cos \alpha$, somit auch α jeden beliebigen Wert annehmen. Jedoch können bestimmte Werte von α imaginäre Werte für $\cos \beta$ resp. $\cos \gamma$ zur Folge haben, so daß die Werte von α begrenzt sind. Der äußerste Wert wird erhalten, wenn man den zweiten Klammerausdruck der aus dem Ausdruck für $\cos \beta$ entwickelten Gleichung gleich 0 setzt und alsdann den Wert $\cos \beta = -\frac{1}{12}\sqrt{6}$ einführt. Dadurch erhält man folgende Gleichung:

$$216 \cos^2 \alpha - 56\sqrt{6} \cos \alpha - 37 = 0,$$

$$\cos \alpha_1 = -\frac{1}{12}\sqrt{6}, \quad \cos \alpha_2 = +\frac{37}{108}\sqrt{6} \quad (\alpha = 30^\circ 28' 27'').$$

Denselben Wert erhält man, wenn man in der ersten Grundgleichung $\cos \beta = -\frac{1}{12}\sqrt{6}$ setzt und $\cos \alpha$ bestimmt. Dieser Wert $\alpha = 30^\circ 28' 27''$ liefert im Verein mit der Gleichung $\cos \alpha = \cos(360^\circ - \alpha)$ zwei Werte, von denen der eine die oberste, der andere die unterste Grenze darstellt. Es muß sein: $30^\circ 28' 27'' \leq \alpha \leq 329^\circ 34' 33''.$

Die Grundgleichungen sind in bezug auf die Unbekannten symmetrisch gebaut; daher können diese unter sich vertauscht werden und demgemäß sind innerhalb der festgesetzten Grenze unendlich viele Ringe möglich, die wegen der Stetigkeit der Functionen eine stetige Aufeinanderfolge bilden. Einer zeichnet sich aber wieder aus, nämlich der, dessen Bedingung $\cos \alpha = \cos \beta = \cos \gamma = -\frac{1}{12}\sqrt{6}$ ist. Derselbe ist starr und kann ohne vorübergehende Ablenkung der Krafrichtungen von ihrer Normallage in keinen andern übergehen; die Rotationsachsen bilden bei demselben ein ebenes Sechseck.

C. Die Raumachtringe mit $\angle 38^\circ 58' 28''$.

(S. Fig. 4, Tafel XII.)

Auf ein Quadrat bezogen liefern die Werte $p = \frac{1}{3}$, $g = \frac{2}{3}\sqrt{2}$ und $\zeta = 45^\circ$ unter Anwendung der vereinfachten Gleichung, wenn die Rotationswinkel der Reihe nach mit α , β , γ , δ bezeichnet werden, folgende vier Grundgleichungen:

$$\text{I. } -7 = -8 \sin \alpha \sin \beta - 2\sqrt{2} \cos \alpha - 2\sqrt{2} \cos \beta$$

$$\text{II. } -7 = -8 \sin \beta \sin \gamma - 2\sqrt{2} \cos \beta - 2\sqrt{2} \cos \gamma$$

$$\text{III. } -7 = -8 \sin \gamma \sin \delta - 2\sqrt{2} \cos \gamma - 2\sqrt{2} \cos \delta$$

$$\text{IV. } -7 = -8 \sin \delta \sin \alpha - 2\sqrt{2} \cos \delta - 2\sqrt{2} \cos \alpha.$$

Durch einfache Substitution geht daraus hervor:

$$\text{Ia. } -7 = -8\sqrt{1 - \cos^2 \alpha} \cdot \sqrt{1 - \cos^2 \beta} - 2\sqrt{2} \cos \alpha - 2\sqrt{2} \cos \beta$$

$$\text{IIa. } -7 = -8\sqrt{1 - \cos^2 \beta} \cdot \sqrt{1 - \cos^2 \gamma} - 2\sqrt{2} \cos \beta - 2\sqrt{2} \cos \gamma$$

$$\text{IIIa. } -7 = -8\sqrt{1 - \cos^2 \gamma} \cdot \sqrt{1 - \cos^2 \delta} - 2\sqrt{2} \cos \gamma - 2\sqrt{2} \cos \delta$$

$$\text{IVa. } -7 = -8\sqrt{1 - \cos^2 \delta} \cdot \sqrt{1 - \cos^2 \alpha} - 2\sqrt{2} \cos \delta - 2\sqrt{2} \cos \alpha.$$

Entwickeln wir aus diesen Gleichungen die Ausdrücke für die Cos. der Winkel, dann finden wir:

$$\cos \alpha = \cos \gamma \quad \text{und} \quad \cos \beta = \cos \delta.$$

Ferner liefert die Gleichung Ia. durch Umformen und Quadrieren:

$$64 \cos^2 \alpha \cos^2 \beta - 72 \cos^2 \alpha - 72 \cos^2 \beta - 16 \cos \alpha \cos \beta \\ + 28\sqrt{2} \cos \alpha + 28\sqrt{2} \cos \beta + 15 = 0,$$

eine Gleichung, in der $\cos \alpha$ mit $\cos \beta$ vertauscht werden kann, daher ist auch $\cos \alpha = \cos \beta$ und wir haben als

I. Fall. Gleiches Vorzeichen der Wurzelausdrücke vorausgesetzt:

$$\cos \alpha = \cos \beta = \cos \gamma = \cos \delta.$$

Dann geht eine der obigen Gleichungen über in:

$$8 \cos^2 \alpha - 4\sqrt{2} \cos \alpha - 1 = 0$$

$$\cos \alpha_1 = \frac{1}{4}\sqrt{2} - \frac{1}{2}$$

$$\cos \alpha_2 = \frac{1}{4}\sqrt{2} + \frac{1}{2}.$$

Für die Gleichheit von $\cos \alpha$ und $\cos \beta$ geht obige Gleichung über in:

$$64 \cos^4 \alpha - 160 \cos^2 \alpha + 56\sqrt{2} \cos \alpha + 15 = 0,$$

deren Wurzeln sind:

$$\cos \alpha_1 = \frac{1}{4}\sqrt{2} - \frac{1}{2}$$

$$\cos \alpha_2 = \frac{1}{4}\sqrt{2} + \frac{1}{2}$$

$$\cos \alpha_3 = \frac{3}{4}\sqrt{2} \quad \left. \begin{array}{l} \cos \alpha_4 = -\frac{5}{4}\sqrt{2} \end{array} \right\} \text{ (imaginäre Werte).}$$

Als erste Lösung haben wir:

$$\cos \alpha = \cos \beta = \cos \gamma = \cos \delta = \frac{1}{4}\sqrt{2} - \frac{1}{4} \quad (\alpha = 98^\circ 25' 16'')$$

und die Winkel selbst sind alle entweder gleich $98^\circ 25' 16''$ oder gleich $261^\circ 34' 44''$. Durch Umkehren der Configurationen im Raume geht die eine in die andere über.

II. Fall. Die Wurzel ausdrücke haben verschiedenes Vorzeichen.

Die mathematische Entwicklung ist vollkommen analog der der übrigen homogenen Ringe. Außer zu Gleichungen, deren Wurzeln schon bekannte Werte sind, erhält man im entsprechenden Falle eine Gleichung von der Form: $0 \cos^6 \beta + 0 \cos^5 \beta + 0 \cos^4 \beta + 0 \cos^3 \beta + 0 \cos^2 \beta + 0 \cos \beta + 0 = 0$, in der $\cos \beta$ und somit auch β jeden Wert annehmen kann. Daher sind unendlich viele Ringe möglich, mit der Einschränkung, daß bestimmte Werte des einen Winkels imaginäre Werte eines andern zur Folge haben. Der symmetrische Bau der Grundgleichungen in bezug auf die Unbekannten hat zur Folge, daß diese unter sich vertauscht werden können. Alle Ringe bilden wegen der Stetigkeit der Functionen eine stetige Aufeinanderfolge. Die Bedingung $\cos \alpha = \cos \beta = \cos \delta = \cos \gamma = \frac{1}{4}\sqrt{2} - \frac{1}{4}$ erfordert eine Configuration, in der die Rotationsachsen ein ebenes reguläres Achteck bilden.

D. Die Raumwölfringe mit $\angle 38^\circ 56' 28''$.

(S. Fig. 5, Taf. XII.)

Beziehen wir diese Ringe auf ein reguläres Sechseck, so erhalten wir unter Anwendung der vereinfachten Gleichung mit den Größen $p = \frac{1}{3}$, $g = \frac{2}{3}\sqrt{2}$ und $\zeta = 60^\circ$ folgende sechs Grundgleichungen, in denen mit α , β , γ , δ , ϵ , η die Rotationswinkel bezeichnet sind:

- I. $-15 = -8 \cos \alpha \cos \beta - 16 \sin \alpha \sin \beta - 2\sqrt{6} \cos \alpha - 2\sqrt{6} \cos \beta$
- II. $-15 = -8 \cos \beta \cos \gamma - 16 \sin \beta \sin \gamma - 2\sqrt{6} \cos \beta - 2\sqrt{6} \cos \gamma$
- III. $-15 = -8 \cos \gamma \cos \delta - 16 \sin \gamma \sin \delta - 2\sqrt{6} \cos \gamma - 2\sqrt{6} \cos \delta$
- IV. $-15 = -8 \cos \delta \cos \epsilon - 16 \sin \delta \sin \epsilon - 2\sqrt{6} \cos \delta - 2\sqrt{6} \cos \epsilon$
- V. $-15 = -8 \cos \epsilon \cos \eta - 16 \sin \epsilon \sin \eta - 2\sqrt{6} \cos \epsilon - 2\sqrt{6} \cos \eta$
- VI. $-15 = -8 \cos \eta \cos \alpha - 16 \sin \eta \sin \alpha - 2\sqrt{6} \cos \eta - 2\sqrt{6} \cos \alpha$,

die durch einfache Substitution übergehen in:

- Ia. $-15 = -8 \cos \alpha \cos \beta - 16 \sqrt{1 - \cos^2 \alpha} \cdot \sqrt{1 - \cos^2 \beta} - 2\sqrt{6} \cos \alpha - 2\sqrt{6} \cos \beta$
- Ila. $-15 = -8 \cos \beta \cos \gamma - 16 \sqrt{1 - \cos^2 \beta} \cdot \sqrt{1 - \cos^2 \gamma} - 2\sqrt{6} \cos \beta - 2\sqrt{6} \cos \gamma$
- IIIa. $-15 = -8 \cos \gamma \cos \delta - 16 \sqrt{1 - \cos^2 \gamma} \cdot \sqrt{1 - \cos^2 \delta} - 2\sqrt{6} \cos \gamma - 2\sqrt{6} \cos \delta$
- IVa. $-15 = -8 \cos \delta \cos \epsilon - 16 \sqrt{1 - \cos^2 \delta} \cdot \sqrt{1 - \cos^2 \epsilon} - 2\sqrt{6} \cos \delta - 2\sqrt{6} \cos \epsilon$
- Va. $-15 = -8 \cos \epsilon \cos \eta - 16 \sqrt{1 - \cos^2 \epsilon} \cdot \sqrt{1 - \cos^2 \eta} - 2\sqrt{6} \cos \epsilon - 2\sqrt{6} \cos \eta$
- Vla. $-15 = -8 \cos \eta \cos \alpha - 16 \sqrt{1 - \cos^2 \eta} \cdot \sqrt{1 - \cos^2 \alpha} - 2\sqrt{6} \cos \eta - 2\sqrt{6} \cos \alpha$

Auch hier läßt sich der Beweis führen, daß

I. Fall. Gleiches Vorzeichen der Wurzel ausdrücke in den Ausdrücken für die Cos. der Rotationswinkel vorausgesetzt:

$$\cos \alpha = \cos \beta = \cos \gamma = \cos \delta = \cos \varepsilon = \cos \eta \quad \text{ist.}$$

Alsdann geht eine der obigen Gleichungen über in:

$$8 \cos^2 \alpha - 4\sqrt{6} \cos \alpha - 4 = 0$$

$$\cos \alpha_1 = \frac{1}{4}\sqrt{6} + \frac{1}{4}\sqrt{2} \quad (\text{imaginärer Wert})$$

$$\cos \alpha_2 = \frac{1}{4}\sqrt{6} - \frac{1}{4}\sqrt{2}.$$

Für die Gleichheit der Cos. erhält man aus einer der Gleichungen z. B. Ia. folgende Gleichung vierten Grades:

$$-192 \cos^4 \alpha + 64\sqrt{6} \cos^3 \alpha + 368 \cos^2 \alpha - 120\sqrt{6} \cos \alpha - 34 = 0,$$

deren Wurzeln sind:

$$\cos \alpha_1 = \frac{1}{4}\sqrt{6} + \frac{1}{4}\sqrt{2} \quad (\text{imaginär})$$

$$\cos \alpha_2 = \frac{1}{4}\sqrt{6} - \frac{1}{4}\sqrt{2}$$

$$\cos \alpha_3 = -\frac{1}{12}\sqrt{6} + \frac{2}{3}\sqrt{3}$$

$$\cos \alpha_4 = -\frac{1}{12}\sqrt{6} - \frac{2}{3}\sqrt{3} \quad (\text{imaginär}).$$

Die erste Lösung ist:

$$\cos \alpha = \cos \beta = \cos \gamma = \cos \delta = \cos \varepsilon = \cos \eta = \frac{1}{4}\sqrt{6} - \frac{1}{4}\sqrt{2}$$

und die Winkel selbst sind alle gleich, entweder gleich $95^\circ 26' 40''$ oder gleich $264^\circ 33' 50''$. Durch Umkehren im Raume gehen beide Configurationen in einander über.

II. Fall. Wenn man den Wurzel ausdrücken verschiedene Vorzeichen gibt, erhält man in einem Falle eine Gleichung von der Form:

$$a \cdot [p^4 + p^2 l^2 + p^2 n + n l^2] 0 = 0,$$

worin p , n und l Functionen des Cos. eines Winkels sind. In dieser Gleichung können p , n , l , also auch der Cos. des Rotationswinkels und mithin dieser selbst jeden beliebigen Wert annehmen; woraus folgt, daß unendlich viele Ringe möglich sind, da infolge des symmetrischen Baues der Grundgleichungen in bezug auf die Unbekannten diese selbst noch unter sich vertauscht werden können. Für

$$\cos \alpha = \cos \beta = \dots = \cos \eta = \frac{1}{4}\sqrt{6} - \frac{1}{4}\sqrt{2}$$

bilden die Rotationsachsen ein ebenes reguläres Zwölfeck.

Wenn wir diese Ringe als homogene Ringe auffaßten, dann war auch ein notwendiger Zusammenhang mit den andern homogenen Ringen zu erwarten. Wir fanden

den Cosinus des Rotationswinkels für den Raumvierring	$= -\frac{1}{4}\sqrt{2}$
- - - - - Raumsechsring	$= -\frac{1}{12}\sqrt{6}$
- - - - - Raumachtring	$= \frac{1}{4}\sqrt{2} - \frac{1}{4}$
- - - - - Raumzwölfring	$= \frac{1}{4}\sqrt{6} - \frac{1}{4}\sqrt{2}$.

Im Vergleich zu den andern haben wir den Satz: Der Cosinus des Rotationswinkels in den Raumringen mit dem hypothetischen Winkel $38^{\circ}56'28''$ ist gleich der Hälfte des Cosinus des Rotationswinkels in den entsprechenden Ringen mit dem Winkel $70^{\circ}34'46''$ und somit gleich dem vierten Teile des Cosinus des Rotationswinkels in den entsprechenden Ringen mit dem Winkel $109^{\circ}28'14''$. Die Beziehung der Cosinusse der Rotationswinkel in den Ringen mit dem Winkel 38° ... unter sich ist daher dieselbe wie die in den Ringen mit dem Winkel $70^{\circ}34'46''$ oder auch mit dem Winkel $109^{\circ}28'14''$. Daraus ergibt sich die allgemeine Form der Cos. der Rotationswinkel in diesen Ringen:

$$\cos \alpha = \pm \frac{1}{4} \sqrt{2 \frac{2 - \sqrt{x}}{2 + \sqrt{x}}},$$

worin x eine ganze positive Zahl $\equiv 4$ ist. Der Übersicht halber sei hier die allgemeine Form der Cos. der Rotationswinkel der homogenen Ringe eingefügt:

$$\begin{aligned} \text{Ringe mit dem Winkel } 38^{\circ} \dots: \quad \cos \alpha &= \pm \frac{1}{4} \sqrt{2 \cdot \frac{2 - \sqrt{x}}{2 + \sqrt{x}}}, \\ - \quad - \quad - \quad - \quad 70^{\circ} \dots: \quad \cos \alpha &= \pm \frac{1}{3} \sqrt{2 \cdot \frac{2 - \sqrt{x}}{2 + \sqrt{x}}}, \\ - \quad - \quad - \quad - \quad 109^{\circ} \dots: \quad \cos \alpha &= \pm \sqrt{2 \cdot \frac{2 - \sqrt{x}}{2 + \sqrt{x}}}. \end{aligned}$$

II. Heterogene geradzählige Ringe aus je zwei Winkeln.

Zur Entscheidung der Frage, welche Ringe überhaupt möglich sind, sei hervorgehoben, daß dieselben durch Ineinanderschieben zweier homogener Ringe derselben Ringgliederzahl, aber mit verschiedenen Winkeln entstanden gedacht werden können, daß somit im allgemeinen heterogene Ringe dieser Art mit derselben Gliederzahl wie die homogenen Ringe möglich sind. Nun kann man die drei Winkel dreimal zu je zwei combinieren und man erhält je drei Gruppen heterogener Ringe dieser Art mit ein und derselben (geraden) Anzahl Ringglieder. Die drei Combinationen der drei Winkel zu je zwei sind:

- | | | | |
|------|--------------------------|-----|-------------------------|
| I. | Winkel $109^\circ \dots$ | und | Winkel $70^\circ \dots$ |
| II. | - $109^\circ \dots$ | - | - $38^\circ \dots$ |
| III. | - $70^\circ \dots$ | - | - $38^\circ \dots$ |

Die Combination II. (Winkel $109^\circ \dots$ und Winkel $38^\circ \dots$) liefert, da der Winkel $38^\circ \dots$ durch die starre Verbindung zweier Bausteine hergestellt wird, homogene Ringe, darunter einen ungeradzähligen homogenen Ring. Was die Berechnung dieser Ringe anlangt, so ist die Anwendung der bei den homogenen Ringen angewandten Gleichungen, die auf der Voraussetzung entwickelt waren, daß in den Ringen immer nur ein und derselbe Winkel am Ringschlusse teilnimmt, dadurch ermöglicht, daß man diese Ringe, wie die homogenen Ringe, auf zwei Polygone mit niedriger Seitenzahl zurückführt, um deren Seiten die Punkte rotieren. Der einzige Unterschied ist, daß die Entfernung der rotierenden Punkte nicht gleich der Rotationsaxe wird, so daß hier die allgemeine Gleichung zur Anwendung kommt. Diese Methode führt dann zu zwei Systemen von Gleichungen, deren Lösung keine Schwierigkeiten bietet.

A. Die heterogenen Vierringe.

(S. Figg. 6—8, Tafel XII.)

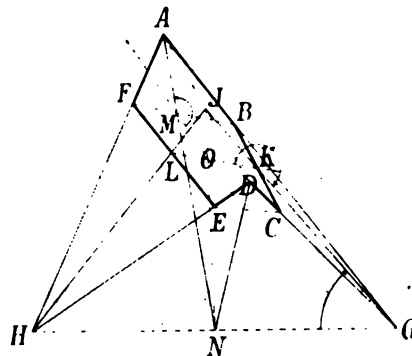
1. Vierring mit den Winkeln $70^\circ \dots$ und $109^\circ \dots$

Da die beiden Winkel sich zu $2R$ ergänzen, so ist der erste mögliche Fall ein Rhombus aus diesen Winkeln, in dessen Eckpunkten die Schwerpunkte der vier Bausteine liegen. Die Rotationswinkel der beiden Winkel sind gleich 180° ; der Cos. derselben $= 1$. Zugleich ist dieser Ring der einzig mögliche. Die Schwerpunkte liegen in einer Ebene.

2. Vierring mit den Winkeln $109^\circ \dots$ und $38^\circ \dots$

Dieser Ring bildete den Ausgangspunkt der vorliegenden Entwicklung und ist identisch mit dem homogenen Sechsring aus Winkel $109^\circ \dots$, dessen Bedingung (auf das diesem zugrunde liegende gleichseitige Dreieck bezogen) ist: $\cos \alpha = \cos \beta$ und $\cos \gamma = -\frac{1}{3}\sqrt{6}$. Da wir denselben aber als Vierring ansprechen, so sei hier die Berechnung auf das durch die Rotationsachsen bestimmte Rechteck ausgeführt. In Fig. 2 ist $ABCDEF$ der Vierring, in dem C und B , ferner F und E unter sich starr verbunden sind. Wir verlängern

Fig. 2.



die Ringseiten \dot{AB} , DC und DE , AF bis zu ihrem Schnittpunkte G resp. H . Alsdann entsteht der Vierring mit den Winkeln $\angle AGD = \angle AHD = 38^\circ \dots$ und $\angle HDG = \angle HAG = 109^\circ \dots$. Die Ebene der Rotationsachsen ist parallel der durch die vier Punkte B, C, E, F bestimmten Ebene. Wir verbinden noch G mit H und D mit A und fällen in den vier dadurch entstandenen gleichschenkeligen Dreiecken die Lote ND, NA, JG, JH . Unterscheiden wir die Rotationswinkel der Punkte H und G resp. A und D durch Indices und zwar immer den des kleineren Kraftrichtungsschnittwinkels durch den kleineren Index, dann ist:

$$\alpha_1 = \angle OKG = 180^\circ + \angle OKJ$$

$$\alpha_2 = \angle OMA = 180^\circ - \angle NAJ$$

$$\angle OKJ \text{ ist gleich } \angle JGN,$$

mithin $\cos OKJ = \cos JGN = \frac{NG}{JG}$ aus Dreieck GJN

$$NG \text{ aus Dreieck } AGN = AG \sin 54^\circ \dots$$

$$JG - - AJG = AG \cos 49^\circ \dots,$$

folglich $\cos OKJ = \frac{\sin 54^\circ}{\cos 49^\circ} = \frac{1}{2} \sqrt{3}$

$$\angle OKJ = 30^\circ,$$

mithin $\alpha_1 = 210^\circ, \quad \cos \alpha_1 = -\frac{1}{2} \sqrt{3}$

$$\cos NAJ = \frac{AJ}{AN}$$

$$AJ \text{ aus Dreieck } AJG = AG \sin 49^\circ \dots$$

$$AN - - ANG = AG \cos 54^\circ \dots,$$

daher $\cos NAJ = \frac{\sin 49^\circ}{\cos 54^\circ} = \frac{1}{3} \sqrt{3}$

$$\angle NAJ = 54^\circ 44' 7''$$

$$\alpha_2 = 125^\circ 15' 53'', \quad \cos \alpha_2 = -\frac{1}{3} \sqrt{3}.$$

Da $\cos \alpha = \cos (360^\circ - \alpha)$ ist, so erhalten wir für α_1 und α_2 zwei Werte

$$\alpha_1 = 210^\circ \quad \text{oder} \quad = 150^\circ$$

$$\alpha_2 = 125^\circ 16' \quad - \quad = 234^\circ 44'.$$

Durch Umkehren im Raume geht die eine Configuration in die andere über.

3. Vierring mit den Winkeln $70^\circ \dots$ und $38^\circ \dots$

Als Analogon des Vorigen ist zur Berechnung der Rotationswinkel in der vorstehenden Entwicklung der $\angle 54^\circ 44'$ durch den Winkel $35^\circ 16'$ zu ersetzen, und wir erhalten dann

$$\begin{aligned}\cos \alpha_1 &= -\frac{1}{4}\sqrt{6}, & \alpha_1 &= 127^\circ 46' \text{ oder } 232^\circ 14' \\ \cos \alpha_2 &= -\frac{1}{4}\sqrt{6}, & \alpha_2 &= 114^\circ 5' - 245^\circ 55'.\end{aligned}$$

Durch Umkehren im Raume geht der eine Ring in den andern über.

B. Die heterogenen Raumsechsringe.

(S. Figg. 9—14, Taf. XIII.)

In Fig. 3 sei $ABCDEF$ ein heterogener Raumsechsring. Derselbe kann einmal auf das gleichseitige Dreieck ACE , um dessen Seiten die Punkte B, D, F rotieren, das andere Mal auf das gleichseitige Dreieck BDF , um dessen Seiten die Punkte A, C, E rotieren, zurückgeführt werden. Sollen nun zwei Nachbarpunkte ihre

Maximalentfernung erreichen, dann müssen die um die Seiten des einen gleichseitigen Dreiecks rotierenden Punkte in die Eckpunkte des andern gleichseitigen Dreiecks fallen, d. h. die Entfernung der rotierenden Punkte muß gleich der doppelten Größe p der andern Punkte werden.

Die Größen p und g ergeben sich aus den gleichschenkligen Dreiecken ABC, CDE, EFA resp. BUD, DEF, FAB , die bestimmt sind durch die Schenkel gleich der Entfernung zweier Nachbarpunkte des Sechsrings $= \sqrt{3}$ und den von ihnen eingeschlossenen Winkeln, d. h. die Raumwinkel. Es findet dann die Gleichung Anwendung:

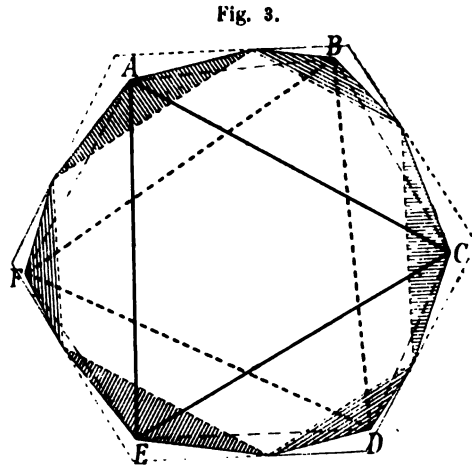
$$DE^2 = 2[g^2 + 2p^2 \sin^2 \zeta - 2gp \sin \zeta \cos \zeta \cos \sigma - 2gp \sin \zeta \cos \zeta \cos \tau - g^2 \sin \sigma \sin \tau + g^2 (\cos^2 \zeta - \sin^2 \zeta) \cos \sigma \cos \tau].$$

Diese Methode führt zu zwei Systemen von Gleichungen, in denen sich die entsprechenden Werte der Cos. ergänzen und ein und denselben Ring bestimmen.

1. Die Sechsringe mit den Winkeln $109^\circ \dots$ und $70^\circ \dots$

Bestimmung der Größen p und g der beiden rotierenden Punkte.

In Fig. 3 sind A, B, F drei benachbarte Punkte; der Kraftrichtungsschnittwinkel bei B sei $70^\circ \dots$. Die Entfernung der Punkte A und B , A und F beträgt, da die Kraftrichtungen nicht abgelenkt sein sollen, $\sqrt{3}$; daher ist:



$$\begin{aligned} p_1 &= \sqrt{3} \sin 35^\circ \dots &= \frac{1}{3} \sqrt{3} \cdot \sqrt{3} = 1 \\ g_1 &= \sqrt{3} \cos 35^\circ \dots &= \sqrt{2}. \end{aligned}$$

Für den Krafrichtungsschnittwinkel $109^\circ \dots$ ist:

$$\begin{aligned} p_2 &= \sqrt{3} \sin 54^\circ \dots &= \sqrt{2} \\ g_2 &= \sqrt{3} \cos 54^\circ \dots &= 1. \end{aligned}$$

Bei der Rotation erreichen die Punkte mit dem Krafrichtungsschnittwinkel $70^\circ \dots$ die Entfernung $2p_2$, und die Punkte mit dem Krafrichtungsschnittwinkel $109^\circ \dots$ die Entfernung $2p_1$. Bezeichnen wir nun die Rotationswinkel der Punkte mit dem Schnittwinkel $70^\circ \dots$ der Reihe nach mit $\alpha_1, \beta_1, \gamma_1$ und die der Punkte mit dem Schnittwinkel $109^\circ \dots$ der Reihe nach mit $\alpha_2, \beta_2, \gamma_2$, dann erhalten wir unter Anwendung der oben erwähnten Gleichung folgende beiden Systeme der Grundgleichungen:

$$I_1. \quad 3 = 2 \cos \alpha_1 \cos \beta_1 - 4 \sin \alpha_1 \sin \beta_1 - \sqrt{6} \cos \alpha_1 - \sqrt{6} \cos \beta_1$$

$$II_1. \quad 3 = 2 \cos \beta_1 \cos \gamma_1 - 4 \sin \beta_1 \sin \gamma_1 - \sqrt{6} \cos \beta_1 - \sqrt{6} \cos \gamma_1$$

$$III_1. \quad 3 = 2 \cos \gamma_1 \cos \alpha_1 - 4 \sin \gamma_1 \sin \alpha_1 - \sqrt{6} \cos \gamma_1 - \sqrt{6} \cos \alpha_1$$

und

$$I_2. \quad 0 = \cos \alpha_2 \cos \beta_2 - 2 \sin \alpha_2 \sin \beta_2 - \sqrt{6} \cos \alpha_2 - \sqrt{6} \cos \beta_2$$

$$II_2. \quad 0 = \cos \beta_2 \cos \gamma_2 - 2 \sin \beta_2 \sin \gamma_2 - \sqrt{6} \cos \beta_2 - \sqrt{6} \cos \gamma_2$$

$$III_2. \quad 0 = \cos \gamma_2 \cos \alpha_2 - 2 \sin \gamma_2 \sin \alpha_2 - \sqrt{6} \cos \gamma_2 - \sqrt{6} \cos \alpha_2,$$

die durch einfache Substitution übergehen in folgende Gleichungen:

$$I_{1a}. \quad 3 = 2 \cos \alpha_1 \cos \beta_1 - 4 \sqrt{1 - \cos^2 \alpha_1} \cdot \sqrt{1 - \cos^2 \beta_1} - \sqrt{6} \cos \alpha_1 - \sqrt{6} \cos \beta_1$$

$$II_{1a}. \quad 3 = 2 \cos \beta_1 \cos \gamma_1 - 4 \sqrt{1 - \cos^2 \beta_1} \cdot \sqrt{1 - \cos^2 \gamma_1} - \sqrt{6} \cos \beta_1 - \sqrt{6} \cos \gamma_1$$

$$III_{1a}. \quad 3 = 2 \cos \gamma_1 \cos \alpha_1 - 4 \sqrt{1 - \cos^2 \gamma_1} \cdot \sqrt{1 - \cos^2 \alpha_1} - \sqrt{6} \cos \gamma_1 - \sqrt{6} \cos \alpha_1.$$

Entwickelt man aus diesen Gleichungen die Ausdrücke für die Cos. zweier Winkel, ausgedrückt durch die Function des andern, dann findet man, daß

I. Fall gleiches Vorzeichen der Wurzel ausdrücke vorausgesetzt $\cos \alpha_1 = \cos \beta_1 = \cos \gamma_1$ ist, und eine der obigen Gleichungen geht dann über in:

$$6 \cos^2 \alpha_1 - 2 \sqrt{6} \cos \alpha_1 - 7 = 0$$

$$\cos \alpha_{11} = \frac{1}{6} \sqrt{6} + \frac{2}{3} \sqrt{3} \text{ (imaginär)}$$

$$\cos \alpha_{12} = \frac{1}{6} \sqrt{6} - \frac{2}{3} \sqrt{3}$$

Für $\cos \alpha_1 = \cos \beta_1$ entwickelt sich aus der ersten der obigen Gleichungen folgende Gleichung vierten Grades:

$$12 \cos^4 \alpha_1 + 8 \sqrt{6} \cos^3 \alpha_1 - 44 \cos^2 \alpha_1 - 12 \sqrt{6} \cos \alpha_1 + 7 = 0,$$

deren Wurzeln sind:

$$\cos \alpha_{11} = \frac{1}{6} \sqrt{6} + \frac{2}{3} \sqrt{3} \text{ (imaginär)}$$

$$\cos \alpha_{12} = \frac{1}{6} \sqrt{6} - \frac{2}{3} \sqrt{3}$$

$$\begin{aligned}\cos \alpha_{13} &= -\frac{1}{2}\sqrt{6} + \sqrt{2} \\ \cos \alpha_{14} &= -\frac{1}{2}\sqrt{6} - \sqrt{2} \text{ (imaginär).}\end{aligned}$$

IIa. Fall. Die Wurzel ausdrücke in den Ausdrücken für $\cos \alpha_1$ und $\cos \beta_1$ haben verschiedenes Vorzeichen.

Führt man diese Ausdrücke in die Gleichung I_{1a} ein, dann erhält man nach einer Reihe von Umformungen schließlich Gleichungen zweiten Grades, die schon bekannte Werte für die Cos. eines Winkels liefern.

IIb. Fall. Führt man die Ausdrücke für $\cos \beta_1$ und $\cos \gamma_1$ des Falles IIa. in I_{1a} resp. III_{1a} ein und subtrahiert die entstehenden Gleichungen, dann erhält man eine Gleichung, die durch eine Reihe von Umformungen folgende beiden liefert:

$$\begin{aligned}a) \quad 0 \cos^6 \alpha_1 + 0 \cos^5 \alpha_1 + 0 \cos^4 \alpha_1 + 0 \cos^3 \alpha_1 + 0 \cos^2 \alpha_1 \\ + 0 \cos \alpha_1 + 0 = 0,\end{aligned}$$

eine Gleichung, in der $\cos \alpha$, also auch α , jeden Wert annehmen kann.

$$b) \quad 42 \cos^4 \alpha_1 + 64 \sqrt{6} \cos^3 \alpha_1 + 446 \cos^2 \alpha_1 - 104 \sqrt{6} \cos \alpha_1 - 33 = 0,$$

deren Wurzeln sind:

$$\begin{aligned}\cos \alpha_{11} &= -\frac{1}{2}\sqrt{6} + \sqrt{2} \\ \cos \alpha_{12} &= -\frac{1}{2}\sqrt{6} - \sqrt{2} \\ \cos \alpha_{13} &= -\frac{3}{2}\sqrt{6} + 6 \\ \cos \alpha_{14} &= -\frac{3}{2}\sqrt{6} - 6 \text{ (imaginär).}\end{aligned} \quad \left. \begin{array}{l} \\ \\ \\ \end{array} \right\} \text{ (imaginär)}$$

Aus den drei Grundgleichungen I_2 , II_2 , III_2 gehen durch einfache Substitution folgende hervor:

$$\begin{aligned}I_{2a}. \quad 0 &= \cos \alpha_2 \cos \beta_2 - 2\sqrt{4 - \cos^2 \alpha_2} \cdot \sqrt{4 - \cos^2 \beta_2} - \sqrt{6} \cos \alpha_2 - \sqrt{6} \cos \beta_2 \\ II_{2a}. \quad 0 &= \cos \beta_2 \cos \gamma_2 - 2\sqrt{4 - \cos^2 \beta_2} \cdot \sqrt{4 - \cos^2 \gamma_2} - \sqrt{6} \cos \beta_2 - \sqrt{6} \cos \gamma_2 \\ III_{2a}. \quad 0 &= \cos \gamma_2 \cos \alpha_2 - 2\sqrt{4 - \cos^2 \gamma_2} \cdot \sqrt{4 - \cos^2 \alpha_2} - \sqrt{6} \cos \gamma_2 - \sqrt{6} \cos \alpha_2.\end{aligned}$$

Bei der Entwicklung der Ausdrücke für die Cos. eines Winkels, ausgedrückt durch die Function des andern, unterscheiden wir zwei Fälle:

I. Fall. Die Wurzel ausdrücke in denselben haben gleiches Vorzeichen.

Alsdann ist $\cos \alpha_2 = \cos \beta_2 = \cos \gamma_2$, und eine der obigen Gleichungen geht über in:

$$\begin{aligned}3 \cos^2 \alpha_2 - 2 \sqrt{6} \cos \alpha_2 - 2 &= 0 \\ \cos \alpha_{21} &= \frac{1}{3}\sqrt{6} + \frac{2}{3}\sqrt{3} \text{ (imaginär)} \\ \cos \alpha_{22} &= \frac{1}{3}\sqrt{6} - \frac{2}{3}\sqrt{3}.\end{aligned}$$

Aus Gleichung I_{2a} entwickelt sich für $\cos \alpha_2 = \cos \beta_2$ folgende Gleichung vierten Grades:

$$3 \cos^4 \alpha_2 + 4 \sqrt{6} \cos^3 \alpha_2 - 32 \cos^2 \alpha_2 + 4 = 0,$$

deren Wurzeln sind:

$$\cos \alpha_{21} = \frac{1}{3}\sqrt{6} + \frac{2}{3}\sqrt{3} \text{ (imaginär)}$$

$$\cos \alpha_{22} = \frac{1}{3}\sqrt{6} - \frac{2}{3}\sqrt{3}$$

$$\cos \alpha_{23} = -\sqrt{6} + 2\sqrt{2}$$

$$\cos \alpha_{24} = -\sqrt{6} - 2\sqrt{2} \text{ (imaginär)}.$$

IIa. Fall. Die Wurzelausdrücke haben verschiedenes Vorzeichen. Diese Ausdrücke, in die Gleichung I_{2a} eingeführt, liefern zwei quadratische Gleichungen, die schon bekannte Werte zu Wurzeln haben.

IIb. Fall. Führt man die Ausdrücke für die Cos. zweier Winkel aber in zwei der Gleichungen ein und subtrahiert die entstandenen, so erhält man eine Gleichung, die durch eine Reihe von Umformungen liefert:

$$\begin{aligned} \text{a) } 0 \cos^6 \alpha_2 + 0 \cos^5 \alpha_2 + 0 \cos^4 \alpha_2 + 0 \cos^3 \alpha_2 + 0 \cos^2 \alpha_2 \\ + 0 \cos \alpha_2 + 0 = 0, \end{aligned}$$

eine Gleichung, die durch jedes $\cos \alpha$, also jedes α , befriedigt wird.

$$\text{b) } 15 \cos^4 \alpha_2 + 16\sqrt{6} \cos^3 \alpha_2 - 44 \cos^2 \alpha_2 - 32\sqrt{6} \cos \alpha_2 + 60 = 0,$$

deren vier Wurzeln sind:

$$\cos \alpha_{21} = 2 - \frac{1}{3}\sqrt{6}$$

$$\cos \alpha_{22} = -2 - \frac{1}{3}\sqrt{6} \text{ (imaginär)}$$

$$\cos \alpha_{23} = \frac{1}{3}(\sqrt{6} + 6) \text{ (imaginär)}$$

$$\cos \alpha_{24} = \frac{1}{3}(\sqrt{6} - 6).$$

Für die beiden Punkte ergibt sich aus der vorstehenden Entwicklung, daß der Rotationswinkel jeden beliebigen Wert annehmen kann. Dieses Resultat erleidet dadurch eine Einschränkung, daß bestimmte Werte des einen Rotationswinkels imaginäre für einen andern oder für beide zusammen nach sich ziehen. Die Grenzwerte für einen Winkel erhält man, wenn man den reellen Wert des Falles I. in eine der Grundgleichungen einführt, wodurch man eine quadratische Gleichung erhält, die außer diesem Werte den Grenzwert für \cos liefert. Dieser liefert in Verbindung mit der Gleichung $\cos \alpha = \cos(360^\circ - \alpha)$ zwei Werte, von denen der eine die oberste, der andere die unterste Grenze darstellt. Bei dem Winkel $70^\circ \dots$ fanden wir in dessen Falle I.:

$$\cos \alpha_1 = \cos \beta_1 = \cos \gamma_1 = \frac{1}{6}\sqrt{6} - \frac{2}{3}\sqrt{3}.$$

Führen wir diesen Wert in eine der Grundgleichungen ein:

$$3 = 2 \cos \alpha_1 \cos \beta - 4\sqrt{4 - \cos^2 \alpha_1} \cdot \sqrt{4 - \cos^2 \beta_1} - \sqrt{6} \cos \alpha_1 - \sqrt{6} \cos \beta_1.$$

$$\text{Für} \quad \cos \alpha_1 = \frac{1}{6}\sqrt{6} - \frac{2}{3}\sqrt{3}$$

liefert diese:

$$3\sqrt{2} \cos^2 \beta_1 + \sqrt{3} \cos \beta - 5\sqrt{2} + 6 = 0,$$

deren Wurzeln sind:

$$\cos \beta_{11} = \frac{1}{6} \sqrt{6} - \frac{2}{3} \sqrt{3}$$

$$\cos \beta_{12} = \frac{2}{3} \sqrt{3} - \frac{1}{6} \sqrt{6} \quad (\beta_{12} = 70^\circ 44').$$

Der letzte Wert liefert in Verbindung mit $360^\circ - \beta_{12}$ die beiden Grenzwerte. β_1 muß demgemäß folgender Bedingung genügen:

$$70^\circ 44' \leq \beta_1 \leq 289^\circ 46'.$$

Auf analoge Weise erhält man bei dem Winkel $109^\circ \dots$ aus einer der Grundgleichungen für den Cosinus eines Winkels $= \frac{1}{6} \sqrt{6} - \frac{2}{3} \sqrt{3}$ folgende Gleichung:

$$3\sqrt{2} \cos^2 \beta_2 - \sqrt{3} \cos \beta_2 - 5\sqrt{2} + 6 = 0$$

$$\cos \beta_{21} = \frac{1}{6} \sqrt{6} - \frac{2}{3} \sqrt{3}$$

$$\cos \beta_{22} = \frac{2}{3} \sqrt{3} - \frac{1}{6} \sqrt{6} \quad (\beta_{22} = 44^\circ 43'),$$

so daß hier β_2 an folgende Bedingung geknüpft ist:

$$44^\circ 43' \leq \beta_2 \leq 318^\circ 17'.$$

In jedem Systeme sind die Grundgleichungen in bezug auf die Unbekannten symmetrisch gebaut, woraus folgt, daß diese unter sich vertauscht werden können; daher sind innerhalb der festgesetzten Grenzen unendlich viele Ringe möglich, die wegen der Stetigkeit der Functionen eine stetige Aufeinanderfolge bilden. Unter allen diesen Ringen zeichnet sich einer aus, der bedingt ist durch:

$$\cos \alpha_1 = \cos \beta_1 = \cos \gamma_1 = \frac{1}{6} \sqrt{6} - \frac{2}{3} \sqrt{3}, \quad \alpha_1 = \beta_1 = \gamma_1 = 138^\circ 17'$$

$$\cos \alpha_2 = \cos \beta_2 = \cos \gamma_2 = \frac{1}{6} \sqrt{6} - \frac{2}{3} \sqrt{3}, \quad \alpha_2 = \beta_2 = \gamma_2 = 109^\circ 46'.$$

Derselbe ist starr und kann ohne vorübergehende Ablenkung der Kraftrichtungen von ihrer Normallage nicht in einen andern Ring übergeführt werden. Die Rotationsachsen liegen bei demselben in einer Ebene und bilden ein halbregelmäßiges Sechseck. Zur Entscheidung über die Winkel selbst geht aus den Grundgleichungen hervor, daß alle drei Winkel gleich sein müssen, entweder gleich sich selbst oder gleich der Differenz von 360° . Durch Umkehren im Raume geht die eine Configuration in die andere über. Es muß also sein:

$$\alpha_1 = \beta_1 = \gamma_1 = 138^\circ 17' \quad \text{oder} \quad = 221^\circ 43'$$

$$\alpha_2 = \beta_2 = \gamma_2 = 109^\circ 46' \quad - \quad = 250^\circ 14'$$

Damit ist aber die Configuration nicht eindeutig bestimmt. Vielmehr muß noch eine Entscheidung über das Verhältnis der Gruppen der Winkel getroffen werden, ja es genügt schon, etwas über das Verhältnis zweier Winkel α_1 und α_2 auszusagen. Die Entscheidung dieser Frage ist nur möglich, wenn man den Sechsring auf das Sechseck der Rotationsachsen der einzelnen Punkte bezieht. Bei den homogenen Ringen ergab sich aber

aus der allgemeinen Entwicklung, daß die Winkel abwechselnd im zweiten und dritten Quadranten liegen müssen, was auch bei diesen heterogenen Ringen der Fall sein muß. Ohne daher die Rechnung auszuführen, haben wir hier nur zwei Möglichkeiten:

- 1) Ist $\alpha_1 = \beta_1 = \gamma_1 = 138^\circ 47'$, dann muß $\alpha_2 = \beta_2 = \gamma_2 = 250^\circ 44'$ sein,
 2) - $\alpha_1 = \beta_1 = \gamma_1 = 224^\circ 43'$ - - $\alpha_2 = \beta_2 = \gamma_2 = 109^\circ 46'$ -

Durch Umkehren im Raume geht die eine Configuration in die andere über; dieselbe Umkehrung wie oben, wenn die Winkel einmal gleich sich selbst, oder gleich der Differenz von 360° waren. Unter den ausgezeichneten Werten seien folgende sich entsprechende Wertepaare hervorgehoben:

- 1) $\cos \alpha_1 = -(\frac{1}{2}\sqrt{6} \pm \sqrt{2})$, dem entspricht $\cos \alpha_2 = -(\sqrt{6} \pm 2\sqrt{2})$,
 2) $\cos \alpha_1 = -(\frac{1}{3}\sqrt{6} \pm \sqrt{2})$, - - $\cos \alpha_2 = -(\frac{1}{3}\sqrt{6} \pm 2)$.

Die ersten sind die negativen Werte der entsprechenden Werte der homogenen Zwölfringe, bei denen die Rotationsachsen in einer Ebene liegen; die beiden letzten trafen wir bei den homogenen Sechsringen an. Da diese aber imaginär sind, so seien sie hier nur hervorgehoben. Auf die reellen Werte werden wir weiter unten zurückkommen.

2. Die Sechsringe mit den Winkeln $109^\circ \dots$ und $38^\circ \dots$

Bestimmung der Größen p und g der rotierenden Punkte.

Mit dem Winkel $38^\circ \dots$ ändert sich die Entfernung zweier Nachbarpunkte des Sechsringes; sie wird gleich $\frac{2}{3}\sqrt{3}$, auf die Hexaëderkante als Einheit bezogen. Die Größen p und g bestimmen sich aus den gleichschenkligen Dreiecken, deren Schenkel $= \frac{2}{3}\sqrt{3}$ und deren Winkel einmal gleich $109^\circ \dots$, das andere Mal gleich $38^\circ \dots$ ist. Mit dem Index 1 für die Größen des Winkels $38^\circ \dots$ und dem Index 2 für die des Winkels $109^\circ \dots$ erhalten wir:

$$\begin{aligned} p_1 &= \frac{2}{3}\sqrt{3} \sin 109^\circ \dots &= \frac{2}{3}\sqrt{3} \cdot \frac{1}{3} &= \frac{2}{9}\sqrt{3} \\ g_1 &= \frac{2}{3}\sqrt{3} \cos 109^\circ \dots &&= \frac{2}{3}\sqrt{6} \\ \text{und} \\ p_2 &= \frac{2}{3}\sqrt{3} \sin 38^\circ \dots &&= \frac{2}{3}\sqrt{2} \\ g_2 &= \frac{2}{3}\sqrt{3} \cos 38^\circ \dots &&= \frac{2}{3}. \end{aligned}$$

Bezeichnen wir die Rotationswinkel der Punkte mit dem Winkel $38^\circ \dots$ der Reihe nach mit $\alpha_1, \beta_1, \gamma_1$ und die der Punkte mit dem Winkel 109° der Reihe nach mit $\alpha_2, \beta_2, \gamma_2$, dann erhalten wir auf analoge Weise wie bei den vorigen Sechsringen folgende beiden Systeme der Grundgleichungen:

$$\begin{aligned} \text{I}_1. \quad 7 &= 8 \cos \alpha_1 \cos \beta_1 - 16 \sin \alpha_1 \sin \beta_1 - 2\sqrt{6} \cos \alpha_1 - 2\sqrt{6} \cos \beta_1 \\ \text{II}_1. \quad 7 &= 8 \cos \beta_1 \cos \gamma_1 - 16 \sin \beta_1 \sin \gamma_1 - 2\sqrt{6} \cos \beta_1 - 2\sqrt{6} \cos \gamma_1 \\ \text{III}_1. \quad 7 &= 8 \cos \gamma_1 \cos \alpha_1 - 16 \sin \gamma_1 \sin \alpha_1 - 2\sqrt{6} \cos \gamma_1 - 2\sqrt{6} \cos \alpha_1 \end{aligned}$$

und

$$\begin{aligned} \text{I}_2. \quad -8 &= 3 \cos \alpha_2 \cos \beta_2 - 6 \sin \alpha_2 \sin \beta_2 - 3\sqrt{6} \cos \alpha_2 - 3\sqrt{6} \cos \beta_2 \\ \text{II}_2. \quad -8 &= 3 \cos \beta_2 \cos \gamma_2 - 6 \sin \beta_2 \sin \gamma_2 - 3\sqrt{6} \cos \beta_2 - 3\sqrt{6} \cos \gamma_2 \\ \text{III}_2. \quad -8 &= 3 \cos \gamma_2 \cos \alpha_2 - 6 \sin \gamma_2 \sin \alpha_2 - 3\sqrt{6} \cos \gamma_2 - 3\sqrt{6} \cos \alpha_2. \end{aligned}$$

Das erste System geht durch einfache Substitution über in:

$$\begin{aligned} \text{I}_{1a}. \quad 7 &= 8 \cos \alpha_1 \cos \beta_1 - 16 \sqrt{1 - \cos^2 \alpha_1} \cdot \sqrt{1 - \cos^2 \beta_1} - 2\sqrt{6} \cos \alpha_1 - 2\sqrt{6} \cos \beta_1 \\ \text{II}_{1a}. \quad 7 &= 8 \cos \beta_1 \cos \gamma_1 - 16 \sqrt{1 - \cos^2 \beta_1} \cdot \sqrt{1 - \cos^2 \gamma_1} - 2\sqrt{6} \cos \beta_1 - 2\sqrt{6} \cos \gamma_1 \\ \text{III}_{1a}. \quad 7 &= 8 \cos \gamma_1 \cos \alpha_1 - 16 \sqrt{1 - \cos^2 \gamma_1} \cdot \sqrt{1 - \cos^2 \alpha_1} - 2\sqrt{6} \cos \gamma_1 - 2\sqrt{6} \cos \alpha_1. \end{aligned}$$

Bei der Entwicklung der Ausdrücke für die Cos. der Winkel gibt die Biformität der Quadratwurzel Veranlassung zur Unterscheidung zweier Fälle:

I. Fall. Die Wurzelausdrücke haben gleiches Vorzeichen; dann ist $\cos \alpha_1 = \cos \beta_1 = \cos \gamma_1$ und eine der Gleichungen geht über in:

$$\begin{aligned} 2\frac{1}{2} \cos^2 \alpha_1 - \frac{1}{2} \sqrt{6} \cos \alpha_1 - 23 &= 0 \\ \cos \alpha_{11} &= \frac{1}{2} \sqrt{6} + 1 \text{ (imaginär)} \\ \cos \alpha_{12} &= \frac{1}{2} \sqrt{6} - 1 \text{ } (\alpha_{12} = 142^\circ 44' 20''). \end{aligned}$$

Für die Gleichheit von $\cos \alpha_1$ und $\cos \beta_1$ erhält man aus Gleichung I_{1a} folgende Gleichung vierten Grades:

$$492 \cos^4 \alpha_1 + 64 \sqrt{6} \cos^3 \alpha_1 - 496 \cos^2 \alpha_1 - 56 \sqrt{6} \cos \alpha_1 + 207 = 0,$$

deren Wurzeln sind:

$$\begin{aligned} \cos \alpha_{11} &= \frac{1}{2} \sqrt{6} + 1 \text{ (imaginär)} \\ \cos \alpha_{12} &= \frac{1}{2} \sqrt{6} - 1 \\ \cos \alpha_{13} &= \frac{1}{4} \sqrt{6} \\ \cos \alpha_{14} &= -\frac{3}{4} \sqrt{6} \text{ (imaginär)}. \end{aligned}$$

II. Fall. Die Wurzelausdrücke haben verschiedenes Vorzeichen.

Führt man die Ausdrücke zweier Cos. in zwei verschiedene Gleichungen ein und subtrahiert die dann entstehenden Gleichungen, so erhält man eine, die durch eine Reihe von Umformungen folgende beiden liefert:

$$\begin{aligned} \text{a) } 0 \cos^6 \alpha_1 + 0 \cos^5 \alpha_1 + 0 \cos^4 \alpha_1 + 0 \cos^3 \alpha_1 + 0 \cos^2 \alpha_1 \\ + 0 \cos \alpha_1 + 0 = 0, \end{aligned}$$

wonach $\cos \alpha_1$, also auch α_1 , jeden beliebigen Wert annehmen kann.

$$\begin{aligned} \text{b) } 492 \cos^4 \alpha_1 - 256 \sqrt{6} \cos^3 \alpha_1 - 688 \cos^2 \alpha_1 + 400 \sqrt{6} \cos \alpha_1 \\ + 175 = 0, \end{aligned}$$

29*

deren Wurzeln sind:

$$\left. \begin{aligned} \cos \alpha_{11} &= \frac{1}{12} \sqrt{6} \\ \cos \alpha_{12} &= -\frac{7}{12} \sqrt{6} \\ \cos \alpha_{13} &= \frac{2}{3} \sqrt{6} + 2 \\ \cos \alpha_{14} &= \frac{2}{3} \sqrt{6} - 2. \end{aligned} \right\} \text{(imaginär)}$$

Das zweite System geht durch dieselbe Substitution über in:

$$\begin{aligned} \text{I}_{2a}. -8 &= 3 \cos \alpha_2 \cos \beta_2 - 6 \sqrt{4 - \cos^2 \alpha_2} \cdot \sqrt{4 - \cos^2 \beta_2} - 3 \sqrt{6} \cos \alpha_2 - 3 \sqrt{6} \cos \beta_2 \\ \text{II}_{2a}. -8 &= 3 \cos \beta_2 \cos \gamma_2 - 6 \sqrt{4 - \cos^2 \beta_2} \cdot \sqrt{4 - \cos^2 \gamma_2} - 3 \sqrt{6} \cos \beta_2 - 3 \sqrt{6} \cos \gamma_2 \\ \text{III}_{2a}. -8 &= 3 \cos \gamma_2 \cos \alpha_2 - 6 \sqrt{4 - \cos^2 \gamma_2} \cdot \sqrt{4 - \cos^2 \alpha_2} - 3 \sqrt{6} \cos \gamma_2 - 3 \sqrt{6} \cos \alpha_2. \end{aligned}$$

Bei den Ausdrücken für die Cos. der Winkel unterscheiden wir hier dieselben zwei Fälle:

I. Fall. Die Wurzel ausdrücke haben gleiches Vorzeichen; dann ist $\cos \alpha_2 = \cos \beta_2 = \cos \gamma_2$ und eine der Gleichungen geht über in:

$$\begin{aligned} 9 \cos^2 \alpha_2 - 6 \sqrt{6} \cos \alpha_2 + 2 &= 0 \\ \cos \alpha_{21} &= \frac{1}{3} \sqrt{6} + \frac{2}{3} \text{ (imaginär)} \\ \cos \alpha_{22} &= \frac{1}{3} \sqrt{6} - \frac{2}{3} \text{ (}\alpha_{22} = 84^\circ 23'). \end{aligned}$$

Aus der Gleichung I_{2a} . entwickelt sich für $\cos \alpha_2 = \cos \beta_2$ folgende Gleichung vierten Grades:

$$27 \cos^4 \alpha_2 + 36 \sqrt{6} \cos^3 \alpha_2 - 336 \cos^2 \alpha_2 + 96 \sqrt{6} \cos \alpha_2 - 28 = 0,$$

deren vier Wurzeln sind:

$$\begin{aligned} \cos \alpha_{21} &= \frac{1}{3} \sqrt{6} + \frac{2}{3} \text{ (imaginär)} \\ \cos \alpha_{22} &= \frac{1}{3} \sqrt{6} - \frac{2}{3} \\ \cos \alpha_{23} &= + \frac{1}{3} \sqrt{6} \\ \cos \alpha_{24} &= - \frac{2}{3} \sqrt{6} \text{ (imaginär)}. \end{aligned}$$

Im Fall II: Die Wurzel ausdrücke haben verschiedenes Vorzeichen, erhalten wir auf dem oben angedeuteten Wege folgende zwei Schlußgleichungen:

$$\begin{aligned} \text{a) } 0 \cos^6 \alpha_2 + 0 \cos^5 \alpha_2 + 0 \cos^4 \alpha_2 + 0 \cos^3 \alpha_2 + 0 \cos^2 \alpha_2 \\ + \cos \alpha_2 + 0 = 0, \end{aligned}$$

worin $\cos \alpha_2$, und somit auch α_2 , wieder jeden Wert annehmen kann.

$$\text{b) } 27 \cos^4 \alpha_2 - 156 \cos^2 \alpha_2 + 64 \sqrt{6} \cos \alpha_2 - 20 = 0,$$

deren vier Wurzeln sind:

$$\begin{aligned} \cos \alpha_{21} &= - \frac{1}{3} \sqrt{6} - 2 \text{ (imaginär)} \\ \cos \alpha_{22} &= - \frac{1}{3} \sqrt{6} + 2 \end{aligned}$$

$$\cos \alpha_{23} = \frac{1}{3}\sqrt{6} + \frac{2}{3} \text{ (imaginär)}$$

$$\cos \alpha_{24} = \frac{1}{3}\sqrt{6} - \frac{2}{3}.$$

Aus dieser Entwicklung ergibt sich, daß der Rotationswinkel der beiden Punkte jeden beliebigen Wert annehmen kann mit der Einschränkung, daß bestimmte Werte des einen Rotationswinkels imaginäre Werte für die andern zur Folge haben. Die Grenzwerte bestimmen sich auf analoge Weise wie bei den vorigen Ringen. Wir erhalten beim Ausführen der Operationen folgende Werte:

$$\cos \alpha_1 = \frac{13\sqrt{6} - 12}{12\sqrt{6} + 12} \quad (\alpha_1 = 70^\circ 32' 24'')$$

und $\cos \alpha_2 = +1, \quad \alpha = 0 \text{ oder } = 360^\circ.$

Somit fällt bei der Endphase der Punkt, in dem sich die Kraftrichtungen unter dem Winkel $109^\circ \dots$ schneiden, in die Ebene der Punkte, in denen sich die Kraftrichtungen unter dem Winkel $38^\circ \dots$ schneiden. Wegen der Stetigkeit der Functionen bilden alle Ringe wieder eine stetige Aufeinanderfolge. Einer steht wieder abseits. Es ist derjenige, dessen Existenzbedingungen sind:

$$\cos \alpha_1 = \cos \beta_1 = \cos \gamma_1 = \frac{1}{3}\sqrt{6} - 1$$

$$\cos \alpha_2 = \cos \beta_2 = \cos \gamma_2 = \frac{1}{3}\sqrt{6} - \frac{2}{3}.$$

Aus denselben Überlegungen wie bei den vorhergehenden Ringen ergibt sich, daß $\alpha_1 = \beta_1 = \gamma_1 = 142^\circ 44' 20''$, $\alpha_2 = \beta_2 = \gamma_2 = 278^\circ 37'$ oder $\alpha_1 = \beta_1 = \gamma_1 = 217^\circ 15' 40''$, $\alpha_2 = \beta_2 = \gamma_2 = 81^\circ 23'$ bedingt. Durch Umkehren im Raume geht die eine Configuration in die andere über. Bei diesem bilden die Rotationsachsen ein ebenes halbreghelmäßiges Sechseck.

3. Die Sechsringe mit den Winkeln $70^\circ \dots$ und $38^\circ \dots$

Bestimmung der Größen p und g der rotierenden Punkte.

Diese Ringe entstehen aus den vorigen, indem an die Stelle des Winkels $109^\circ \dots$ der Winkel $70^\circ \dots$ tritt. Damit erhält man die Größen p und g aus den gleichschenkligen Dreiecken mit den Schenkeln $= \frac{2}{3}\sqrt{3}$ und einmal mit dem Winkel $38^\circ \dots$, das andere Mal mit dem Winkel $70^\circ \dots$. Bezeichnen wir die Größen des Winkels $38^\circ \dots$ mit dem Index 1 und die des Winkels $70^\circ \dots$ mit dem Index 2, dann erhalten wir:

$$p_1 = \frac{2}{3}\sqrt{3} \sin 49^\circ \dots = \frac{2}{3}\sqrt{3}$$

$$g_1 = \frac{2}{3}\sqrt{3} \cos 49^\circ \dots = \frac{2}{3}\sqrt{6}$$

und

$$p_2 = \frac{2}{3}\sqrt{3} \sin 35^\circ \dots = \frac{2}{3}\sqrt{3} \cdot \frac{1}{3}\sqrt{3} = \frac{2}{9}$$

$$g_2 = \frac{2}{3}\sqrt{3} \cos 35^\circ \dots = \frac{2}{3}\sqrt{3} \cdot \frac{1}{3}\sqrt{6} = \frac{2}{9}\sqrt{2}.$$

Bezeichnen wir ferner die Rotationswinkel der Punkte mit dem Winkel $38^\circ \dots$ der Reihe nach mit $\alpha_1, \beta_1, \gamma_1$ und die der Punkte mit dem Winkel $70^\circ \dots$ der Reihe nach mit $\alpha_2, \beta_2, \gamma_2$, dann erhalten wir hier folgende beiden Systeme der Grundgleichungen:

$$\begin{aligned} \text{I}_1. \quad & -5 = 8 \cos \alpha_1 \cos \beta_1 - 16 \sin \alpha_1 \sin \beta_1 - 2\sqrt{6} \cos \alpha_1 - 2\sqrt{6} \cos \beta_1 \\ \text{II}_1. \quad & -5 = 8 \cos \beta_1 \cos \gamma_1 - 16 \sin \beta_1 \sin \gamma_1 - 2\sqrt{6} \cos \beta_1 - 2\sqrt{6} \cos \gamma_1 \\ \text{III}_1. \quad & -5 = 8 \cos \gamma_1 \cos \alpha_1 - 16 \sin \gamma_1 \sin \alpha_1 - 2\sqrt{6} \cos \gamma_1 - 2\sqrt{6} \cos \alpha_1 \end{aligned}$$

und

$$\begin{aligned} \text{I}_2. \quad & -11 = 6 \cos \alpha_2 \cos \beta_2 - 12 \sin \alpha_2 \sin \beta_2 - 3\sqrt{6} \cos \alpha_2 - 3\sqrt{6} \cos \beta_2 \\ \text{II}_2. \quad & -11 = 6 \cos \beta_2 \cos \gamma_2 - 12 \sin \beta_2 \sin \gamma_2 - 3\sqrt{6} \cos \beta_2 - 3\sqrt{6} \cos \gamma_2 \\ \text{III}_2. \quad & -11 = 6 \cos \gamma_2 \cos \alpha_2 - 12 \sin \gamma_2 \sin \alpha_2 - 3\sqrt{6} \cos \gamma_2 - 3\sqrt{6} \cos \alpha_2. \end{aligned}$$

Durch einfache Substitution erhält man aus dem ersten System folgendes:

$$\begin{aligned} \text{I}_{1a}. \quad & -5 = 8 \cos \alpha_1 \cos \beta_1 - 16 \sqrt{1 - \cos^2 \alpha_1} \cdot \sqrt{1 - \cos^2 \beta_1} - 2\sqrt{6} \cos \alpha_1 - 2\sqrt{6} \cos \beta_1 \\ \text{II}_{1a}. \quad & -5 = 8 \cos \beta_1 \cos \gamma_1 - 16 \sqrt{1 - \cos^2 \beta_1} \cdot \sqrt{1 - \cos^2 \gamma_1} - 2\sqrt{6} \cos \beta_1 - 2\sqrt{6} \cos \gamma_1 \\ \text{III}_{1a}. \quad & -5 = 8 \cos \gamma_1 \cos \alpha_1 - 16 \sqrt{1 - \cos^2 \gamma_1} \cdot \sqrt{1 - \cos^2 \alpha_1} - 2\sqrt{6} \cos \gamma_1 - 2\sqrt{6} \cos \alpha_1. \end{aligned}$$

Die Biformität der Quadratwurzel in den daraus entwickelten Ausdrücken für die Cos. der Winkel gibt Veranlassung zur Unterscheidung zweier Fälle:

I. Fall. Die Wurzelausdrücke haben gleiches Vorzeichen; dann ist $\cos \alpha_1 = \cos \beta_1 = \cos \gamma_1$ und eine der Gleichungen geht über in:

$$\begin{aligned} 24 \cos^2 \alpha_1 - 4\sqrt{6} \cos \alpha_1 - 11 &= 0 \\ \cos \alpha_{11} &= \frac{1}{12} \sqrt{6} + \frac{1}{2} \sqrt{2} \\ \cos \alpha_{12} &= \frac{1}{12} \sqrt{6} - \frac{1}{2} \sqrt{2}. \end{aligned}$$

Für die Gleichheit von $\cos \alpha_1$ und $\cos \beta_1$ erhält man aus I_{1a} . folgende Gleichung vierten Grades:

$$492 \cos^4 \alpha_1 + 64 \sqrt{6} \cos^3 \alpha_1 - 688 \cos^2 \alpha_1 + 40 \sqrt{6} \cos \alpha_1 + 231 = 0,$$

deren vier Wurzeln sind:

$$\begin{aligned} \cos \alpha_{11} &= \frac{1}{12} \sqrt{6} + \frac{1}{2} \sqrt{2} \\ \cos \alpha_{12} &= \frac{1}{12} \sqrt{6} - \frac{1}{2} \sqrt{2} \\ \cos \alpha_{13} &= -\frac{1}{4} \sqrt{6} + \sqrt{3} \\ \cos \alpha_{14} &= -\frac{1}{4} \sqrt{6} - \sqrt{3} \end{aligned} \quad \left. \vphantom{\begin{aligned} \cos \alpha_{11} \\ \cos \alpha_{12} \\ \cos \alpha_{13} \\ \cos \alpha_{14} \end{aligned}} \right\} \text{(imaginär).}$$

II. Fall. Die Wurzelausdrücke haben verschiedenes Vorzeichen. Auf dem oben skizzierten Wege erhält man folgende zwei Schlußgleichungen:

$$\begin{aligned} \text{a)} \quad & 0 \cos^6 \alpha_1 + 0 \cos^5 \alpha_1 + 0 \cos^4 \alpha_1 + 0 \cos^3 \alpha_1 + 0 \cos^2 \alpha_1 \\ & + 0 \cos \alpha_1 + 0 = 0, \end{aligned}$$

die durch jedes $\cos \alpha_1$, also auch durch jedes α_1 , befriedigt wird.

b) $960 \cos^4 \alpha_1 - 128\sqrt{6} \cos^3 \alpha_1 - 1712 \cos^2 \alpha_1 + 446\sqrt{6} \cos \alpha_1 + 35 = 0$,
deren vier Wurzeln sind:

$$\left. \begin{aligned} \cos \alpha_{11} &= \frac{1}{12}\sqrt{6} \\ \cos \alpha_{12} &= -\frac{1}{12}\sqrt{6} \end{aligned} \right\} \text{(imaginär)}$$

$$\cos \alpha_{13} = \frac{3}{20}\sqrt{6} + \frac{1}{10}$$

$$\cos \alpha_{14} = \frac{3}{20}\sqrt{6} - \frac{1}{10}.$$

Das zweite System der Grundgleichungen liefert durch Substitution:

$$\begin{aligned} \text{I}_{2a}. -11 &= 6 \cos \alpha_2 \cos \beta_2 - 12\sqrt{1-\cos^2 \alpha_2} \cdot \sqrt{1-\cos^2 \beta_2} - 3\sqrt{6} \cos \alpha_2 - 3\sqrt{6} \cos \beta_2 \\ \text{II}_{2a}. -11 &= 6 \cos \beta_2 \cos \gamma_2 - 12\sqrt{1-\cos^2 \beta_2} \cdot \sqrt{1-\cos^2 \gamma_2} - 3\sqrt{6} \cos \beta_2 - 3\sqrt{6} \cos \gamma_2 \\ \text{III}_{2a}. -11 &= 6 \cos \gamma_2 \cos \alpha_2 - 12\sqrt{1-\cos^2 \gamma_2} \cdot \sqrt{1-\cos^2 \alpha_2} - 3\sqrt{6} \cos \gamma_2 - 3\sqrt{6} \cos \alpha_2. \end{aligned}$$

Wir unterscheiden wieder in den zu entwickelnden Ausdrücken für die Cos. der Winkel zwei Fälle:

I. Fall. Die Wurzel ausdrücke haben dasselbe Vorzeichen: dann ist $\cos \alpha_2 = \cos \beta_2 = \cos \gamma_2$ und eine der obigen Gleichungen geht über in:

$$\begin{aligned} 18 \cos^2 \alpha_2 - 6\sqrt{6} \cos \alpha_2 - 11 &= 0 \\ \cos \alpha_{21} &= \frac{1}{6}\sqrt{6} + \frac{1}{3}\sqrt{2} \\ \cos \alpha_{22} &= \frac{1}{6}\sqrt{6} - \frac{1}{3}\sqrt{2}. \end{aligned}$$

Für $\cos \alpha_2 = \cos \beta_2$ entwickelt sich aus I_{2a} . folgende Gleichung vierten Grades:

$408 \cos^4 \alpha_2 + 72\sqrt{6} \cos^3 \alpha_2 - 636 \cos^2 \alpha_2 + 132\sqrt{6} \cos \alpha_2 + 23 = 0$,
deren vier Wurzeln sind:

$$\begin{aligned} \cos \alpha_{21} &= \frac{1}{6}\sqrt{6} + \frac{1}{3}\sqrt{2} \\ \cos \alpha_{22} &= \frac{1}{6}\sqrt{6} - \frac{1}{3}\sqrt{2} \\ \cos \alpha_{23} &= -\frac{1}{2}\sqrt{6} + \frac{1}{3}\sqrt{2} \\ \cos \alpha_{24} &= -\frac{1}{2}\sqrt{6} - \frac{1}{3}\sqrt{2} \text{ (imaginär)}. \end{aligned}$$

Im Falle II: Die Wurzel ausdrücke haben verschiedenes Vorzeichen, erhält man folgende zwei Schlußgleichungen:

$$\begin{aligned} \text{a) } 0 \cos^6 \alpha_2 + 0 \cos^5 \alpha_2 + 0 \cos^4 \alpha_2 + 0 \cos^3 \alpha_2 + 0 \cos^2 \alpha_2 \\ + 0 \cos \alpha_2 + 0 = 0, \end{aligned}$$

die wieder durch jedes $\cos \alpha_2$, also auch durch jedes α_2 , befriedigt wird.

b) $408 \cos^4 \alpha_2 - 444\sqrt{6} \cos^3 \alpha_2 - 156 \cos^2 \alpha_2 + 464\sqrt{6} \cos \alpha_2 - 737 = 0$,
deren vier Wurzeln sind:

$$\left. \begin{aligned} \cos \alpha_{21} &= -\frac{1}{6}\sqrt{6} + \sqrt{2} \\ \cos \alpha_{22} &= -\frac{1}{6}\sqrt{6} - \sqrt{2} \end{aligned} \right\} \text{(imaginär)}$$

$$\left. \begin{aligned} \cos \alpha_{23} &= \frac{5}{6}\sqrt{6} + \frac{2}{3} \\ \cos \alpha_{24} &= \frac{5}{6}\sqrt{6} - \frac{2}{3} \end{aligned} \right\} \text{ (imaginär).}$$

Nach der vorstehenden Entwicklung kann auch hier der Rotationswinkel jeden beliebigen Wert annehmen mit der allerwärts geltenden Einschränkung. Die Bestimmung der Grenzwerte liefert aber für den Rotationswinkel der Punkte mit dem Schnittwinkel 70° ... einen imaginären Wert, so daß die Endphase nicht erreicht werden kann. Auch ist aus der Abbildung (Fig. 14, Taf. XIII) ersichtlich, daß die Punkte mit dem Schnittwinkel 38° ... durch ein mechanisches Hindernis ihre Endphase nicht erreichen können, wodurch die Unmöglichkeit dargetan ist. Im übrigen können die Schlußfolgerungen der vorigen beiden Ringe fast wörtlich herübergenommen werden.

Der Ring, der sich unter allen andern durch die starre Lage der Punkte auszeichnet, ist an die Bedingungen geknüpft:

$$\begin{aligned} \cos \alpha_1 &= \cos \beta_1 = \cos \gamma_1 = \frac{1}{12}\sqrt{6} - \frac{1}{2}\sqrt{2} \quad (\alpha_1 = 120^\circ 11' 49'') \\ \text{und} \quad \cos \alpha_2 &= \cos \beta_2 = \cos \gamma_2 = \frac{1}{6}\sqrt{6} - \frac{1}{3}\sqrt{2} \quad (\alpha_2 = 93^\circ 37' 16'') \\ \text{und die Winkel selbst einmal} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \alpha_1 &= \beta_1 = \gamma_1 = 120^\circ 11' 49'', \text{ dann ist:} \\ \alpha_2 &= \beta_2 = \gamma_2 = 266^\circ 22' 44'', \end{aligned}$$

das andere Mal:

$$\begin{aligned} \alpha_1 &= \beta_1 = \gamma_1 = 239^\circ 48' 11'', \text{ dann ist:} \\ \alpha_2 &= \beta_2 = \gamma_2 = 93^\circ 37' 16''. \end{aligned}$$

Durch Umkehren im Raume gehen beide Configurationen in einander über. Die Rotationsachsen bilden ein ebenes halbregelmäßiges Sechseck.

C. Die heterogenen Raumachtringe.

(S. Fig. 15–20, Taf. XIII.)

Mit der Änderung, daß diese Ringe auf zwei Quadrate bezogen werden, kann die mathematische Behandlung der Sechsringe Wort für Wort übertragen werden. Wir erhalten hier zwei Systeme von je vier Grundgleichungen. Beim Aufstellen dieser tritt an die Stelle des Winkels von 30° der vorigen Ringe der Winkel 45° .

1. Die Achtringe mit den Winkeln 409° ... und 70° ...

Die Rotationswinkel der Punkte mit dem Schnittwinkel 70° ... mögen der Reihe nach $\alpha_1, \beta_1, \gamma_1, \delta_1$, die der Punkte mit dem Schnittwinkel 409° ... mögen der Reihe nach $\alpha_2, \beta_2, \gamma_2, \delta_2$ heißen, dann erhalten wir mit den Größen $p_1 = 1$ und $g_1 = \sqrt{2}$ (bei $\angle 70^\circ$...) und $p_2 = \sqrt{2}$ und $g_2 = 1$ (bei $\angle 409^\circ$...) folgende Systeme der Grundgleichungen:

$$\begin{aligned} \text{I}_1. \quad 1 &= -\sqrt{2} \cos \alpha_1 - \sqrt{2} \cos \beta_1 - 2 \sin \alpha_1 \sin \beta_1 \\ \text{II}_1. \quad 1 &= -\sqrt{2} \cos \beta_1 - \sqrt{2} \cos \gamma_1 - 2 \sin \beta_1 \sin \gamma_1 \\ \text{III}_1. \quad 1 &= -\sqrt{2} \cos \gamma_1 - \sqrt{2} \cos \delta_1 - 2 \sin \gamma_1 \sin \delta_1 \\ \text{IV}_1. \quad 1 &= -\sqrt{2} \cos \delta_1 - \sqrt{2} \cos \alpha_1 - 2 \sin \delta_1 \sin \alpha_1 \end{aligned}$$

und

$$\begin{aligned} \text{I}_2. \quad -1 &= -\sqrt{2} \cos \alpha_2 - \sqrt{2} \cos \beta_2 - \sin \alpha_2 \sin \beta_2 \\ \text{II}_2. \quad -1 &= -\sqrt{2} \cos \beta_2 - \sqrt{2} \cos \gamma_2 - \sin \beta_2 \sin \gamma_2 \\ \text{III}_2. \quad -1 &= -\sqrt{2} \cos \gamma_2 - \sqrt{2} \cos \delta_2 - \sin \gamma_2 \sin \delta_2 \\ \text{IV}_2. \quad -1 &= -\sqrt{2} \cos \delta_2 - \sqrt{2} \cos \alpha_2 - \sin \delta_2 \sin \alpha_2. \end{aligned}$$

Die Gleichungen des ersten Systems gehen durch einfache Substitution über in:

$$\begin{aligned} \text{I}_{1a}. \quad 1 &= -\sqrt{2} \cos \alpha_1 - \sqrt{2} \cos \beta_1 - 2\sqrt{1 - \cos^2 \alpha_1} \cdot \sqrt{1 - \cos^2 \beta_1} \\ \text{II}_{1a}. \quad 1 &= -\sqrt{2} \cos \beta_1 - \sqrt{2} \cos \gamma_1 - 2\sqrt{1 - \cos^2 \beta_1} \cdot \sqrt{1 - \cos^2 \gamma_1} \\ \text{III}_{1a}. \quad 1 &= -\sqrt{2} \cos \gamma_1 - \sqrt{2} \cos \delta_1 - 2\sqrt{1 - \cos^2 \gamma_1} \cdot \sqrt{1 - \cos^2 \delta_1} \\ \text{IV}_{1a}. \quad 1 &= -\sqrt{2} \cos \delta_1 - \sqrt{2} \cos \alpha_1 - 2\sqrt{1 - \cos^2 \delta_1} \cdot \sqrt{1 - \cos^2 \alpha_1}. \end{aligned}$$

I. Fall. Legen wir den Wurzelausdrücken in den für die Cos. der Winkel zu entwickelnden Ausdrücken gleiches Vorzeichen bei, dann erhalten wir:

$$\cos \alpha_1 = \cos \beta_1 = \cos \gamma_1 = \cos \delta_1$$

und eine der Grundgleichungen geht über in:

$$\begin{aligned} 2 \cos^2 \alpha_1 - 2\sqrt{2} \cos \alpha_1 - 3 &= 0 \\ \cos \alpha_{11} &= \frac{3}{2}\sqrt{2} \text{ (imaginär)} \\ \cos \alpha_{12} &= -\frac{1}{2}\sqrt{2}. \end{aligned}$$

Aus I_{1a}. entsteht für $\cos \alpha_1 = \cos \beta_1$ folgende Gleichung vierten Grades:

$$4 \cos^4 \alpha_1 - 16 \cos^2 \alpha_1 - 4\sqrt{2} \cos \alpha_1 + 3 = 0,$$

deren Wurzeln sind:

$$\begin{aligned} \cos \alpha_{11} &= \frac{3}{2}\sqrt{2} \text{ (imaginär)} \\ \cos \alpha_{12} &= -\frac{1}{2}\sqrt{2} \\ \cos \alpha_{13} &= \frac{1}{2}\sqrt{2} + 1 \text{ (imaginär)} \\ \cos \alpha_{14} &= \frac{1}{2}\sqrt{2} - 1. \end{aligned}$$

II. Fall. Die Wurzelausdrücke haben verschiedenes Vorzeichen. Führt man diese Ausdrücke für die Cos. in zwei Gleichungen ein und subtrahiert die beiden entstandenen, dann resultiert eine Gleichung, die durch eine Reihe von Umformungen schließlich folgende beiden liefert:

$$a) \quad 0 \cos^4 \alpha_1 + 0 \cos^3 \alpha_1 + 0 \cos^2 \alpha_1 + 0 \cos \alpha_1 + 0 = 0,$$

worin wieder α_1 jeden beliebigen Wert annehmen kann.

$$b) \quad 4 \cos^4 \alpha_1 + 4\sqrt{2} \cos^3 \alpha_1 - 8 \cos^2 \alpha_1 - 6\sqrt{2} \cos \alpha_1 + 3 = 0,$$

deren vier Wurzeln sind:

$$\left. \begin{aligned} \cos \alpha_{11} &= +\frac{1}{2}\sqrt{6} \\ \cos \alpha_{12} &= -\frac{1}{2}\sqrt{6} \end{aligned} \right\} \text{(imaginär)}$$

$$\cos \alpha_{13} = -\frac{1}{2}\sqrt{2} + 1$$

$$\cos \alpha_{14} = -\frac{1}{2}\sqrt{2} - 1 \text{ (imaginär).}$$

Aus den Gleichungen des zweiten Systems entsteht durch Substitution:

$$\begin{aligned} \text{I}_{2a}. \quad -1 &= -\sqrt{2} \cos \alpha_2 - \sqrt{2} \cos \beta_2 - \sqrt{1 - \cos^2 \alpha_2} \cdot \sqrt{1 - \cos^2 \beta_2} \\ \text{II}_{2a}. \quad -1 &= -\sqrt{2} \cos \beta_2 - \sqrt{2} \cos \gamma_2 - \sqrt{1 - \cos^2 \beta_2} \cdot \sqrt{1 - \cos^2 \gamma_2} \\ \text{III}_{2a}. \quad -1 &= -\sqrt{2} \cos \gamma_2 - \sqrt{2} \cos \delta_2 - \sqrt{1 - \cos^2 \gamma_2} \cdot \sqrt{1 - \cos^2 \delta_2} \\ \text{IV}_{2a}. \quad -1 &= -\sqrt{2} \cos \delta_2 - \sqrt{2} \cos \alpha_2 - \sqrt{1 - \cos^2 \delta_2} \cdot \sqrt{1 - \cos^2 \alpha_2}. \end{aligned}$$

Für Fall I: Die Wurzel ausdrücke in den Ausdrücken für die Cos. der Winkel haben gleiches Vorzeichen, wird:

$$\cos \alpha_2 = \cos \beta_2 = \cos \gamma_2 = \cos \delta_2$$

und eine der obigen Gleichung geht über in:

$$\begin{aligned} \cos^2 \alpha_2 - 2\sqrt{2} \cos \alpha_2 &= 0 \\ \cos \alpha_{21} &= 0 \\ \cos \alpha_{22} &= 2\sqrt{2} \text{ (imaginär).} \end{aligned}$$

Aus I_{2a}. entsteht für $\cos \alpha_2 = \cos \beta_2$ folgende Gleichung vierten Grades:

$$\cos^4 \alpha_2 - 40 \cos^2 \alpha_2 + 4\sqrt{2} \cos \alpha_2 = 0,$$

deren vier Wurzeln sind:

$$\begin{aligned} \cos \alpha_{21} &= 0 \\ \cos \alpha_{22} &= 2\sqrt{2} \text{ (imaginär)} \\ \cos \alpha_{23} &= -\sqrt{2} + 2 \\ \cos \alpha_{24} &= -\sqrt{2} - 2 \text{ (imaginär).} \end{aligned}$$

Für Fall II: Die Wurzel ausdrücke haben verschiedenes Vorzeichen, entstehen schließlich folgende Gleichungen:

$$a) \quad 0 \cos^4 \alpha_2 + 0 \cos^3 \alpha_2 + 0 \cos^2 \alpha_2 + 0 \cos \alpha_2 + 0 = 0,$$

die durch jedes α_2 befriedigt wird.

$$b) \quad 2 \cos^4 \alpha_2 - 2\sqrt{2} \cos^3 \alpha_2 - 7 \cos^2 \alpha_2 + 6\sqrt{2} \cos \alpha_2 + 3 = 0,$$

deren vier Wurzeln sind:

$$\left. \begin{aligned} \cos \alpha_{21} &= +\sqrt{3} \\ \cos \beta_{12} &= -\sqrt{3} \end{aligned} \right\} \text{(imaginär)}$$

$$\cos \alpha_{23} = \frac{1}{2} \sqrt{2} + 1 \text{ (imaginär)}$$

$$\cos \alpha_{24} = \frac{1}{2} \sqrt{2} - 1.$$

Das Resultat der vorstehenden Untersuchung ist: Der Rotationswinkel kann jeden beliebigen Wert annehmen, mit der Einschränkung, daß bestimmte Werte des einen imaginäre Wertes des andern bedingen, so daß innerhalb dieser Grenze, da der symmetrische Bau der Grundgleichungen in bezug auf die Unbekannten noch ein Vertauschen dieser unter sich gestattet, unendlich viele Ringe möglich sind, die alle wegen der Stetigkeit der Functionen eine stetige Aufeinanderfolge bilden. Die Grenzwerte für die beiden Rotationswinkel sind aus den Gleichungen zu bestimmen:

$$\cos \alpha_1 = \frac{1}{2} \sqrt{2} - 1 \quad \text{und} \quad \cos \alpha_1 = \cos (360^\circ - \alpha_1)$$

$$\cos \alpha_2 = -\sqrt{2} + 2 \quad - \quad \cos \alpha_2 = \cos (360^\circ - \alpha_2).$$

An die Bestimmung der Grenze schließt sich dann noch die Frage über die gegenseitige Lage der Punkte. Die erschöpfende mathematische Behandlung muß ich mir aus Mangel an Raum hier versagen, auch bietet dieselbe für das zu erstrebende Ziel wenig Interesse.

Bei dem durch den ersten Fall:

$$\begin{aligned} \cos \alpha_1 &= \cos \beta_1 = \cos \gamma_1 = \cos \delta_1 = -\frac{1}{2} \sqrt{2} \\ \text{und} \quad \cos \alpha_2 &= \cos \beta_2 = \cos \gamma_2 = \cos \delta_2 = 0 \end{aligned}$$

bestimmten Ringe liegen die Rotationsachsen in einer Ebene und bilden ein halbbregelmäßiges Achteck. Aus den Grundgleichungen folgt dann:

$$\begin{aligned} \text{daß:} \quad \alpha_1 &= \beta_1 = \gamma_1 = \delta_1 \quad \text{entweder} = 135^\circ \quad \text{oder} = 225^\circ \\ \text{und} \quad \alpha_2 &= \beta_2 = \gamma_2 = \delta_2 \quad - \quad = 90^\circ \quad - \quad = 270^\circ \end{aligned}$$

sein muß. Durch Umkehren des Systems im Raume geht das eine in das andere über. Wie bei den Sechsringen, so ist aber zur eindeutigen Bestimmung noch etwas über das Verhältnis der Gruppen der Winkel auszusagen. Aus derselben Überlegung folgt hier, daß, wenn $\alpha_1 = \beta_1 = \gamma_1 = \delta_1 = 135^\circ$ ist, $\alpha_2 = \beta_2 = \gamma_2 = \delta_2 = 270^\circ$, und umgekehrt, wenn $\alpha_1 = \beta_1 = \gamma_1 = \delta_1 = 225^\circ$, $\alpha_2 = \beta_2 = \gamma_2 = \delta_2 = 90^\circ$ sein muß. Beide Systeme gehen durch Umkehren im Raume wieder in einander über; es ist dieselbe Umkehrung wie oben, wenn wir den Winkeln einer und derselben Gruppe die beiden Werte beilegen.

2. Die Achtringe mit den Winkeln $109^\circ \dots$ und $38^\circ \dots$

Analog entwickeln sich hier folgende zwei Systeme der vier Grundgleichungen, in denen $\alpha_1, \beta_1, \gamma_1, \delta_1$ die Rotationswinkel der Punkte mit dem Schnittwinkel $38^\circ \dots$ und $\alpha_2, \beta_2, \gamma_2, \delta_2$ die der Punkte mit dem Winkel $109^\circ \dots$ sind:

$$\begin{aligned}
I_1. \quad 3 &= -2\sqrt{2} \cos \alpha_1 - 2\sqrt{2} \cos \beta_1 - 8 \sin \alpha_1 \sin \beta_1 \\
II_1. \quad 3 &= -2\sqrt{2} \cos \beta_1 - 2\sqrt{2} \cos \gamma_1 - 8 \sin \beta_1 \sin \gamma_1 \\
III_1. \quad 3 &= -2\sqrt{2} \cos \gamma_1 - 2\sqrt{2} \cos \delta_1 - 8 \sin \gamma_1 \sin \delta_1 \\
IV_1. \quad 3 &= -2\sqrt{2} \cos \delta_1 - 2\sqrt{2} \cos \alpha_1 - 8 \sin \delta_1 \sin \alpha_1
\end{aligned}$$

und

$$\begin{aligned}
I_2. \quad -7 &= -3\sqrt{2} \cos \alpha_2 - 3\sqrt{2} \cos \beta_2 - 3 \sin \alpha_2 \sin \beta_2 \\
II_2. \quad -7 &= -3\sqrt{2} \cos \beta_2 - 3\sqrt{2} \cos \gamma_2 - 3 \sin \beta_2 \sin \gamma_2 \\
III_2. \quad -7 &= -3\sqrt{2} \cos \gamma_2 - 3\sqrt{2} \cos \delta_2 - 3 \sin \gamma_2 \sin \delta_2 \\
IV_2. \quad -7 &= -3\sqrt{2} \cos \delta_2 - 3\sqrt{2} \cos \alpha_2 - 3 \sin \delta_2 \sin \alpha_2.
\end{aligned}$$

Aus dem ersten Systeme geht durch Substitution folgendes hervor:

$$\begin{aligned}
I_{1a}. \quad 3 &= -2\sqrt{2} \cos \alpha_1 - 2\sqrt{2} \cos \beta_1 - 8\sqrt{1 - \cos^2 \alpha_1} \cdot \sqrt{1 - \cos^2 \beta_1} \\
II_{1a}. \quad 3 &= -2\sqrt{2} \cos \beta_1 - 2\sqrt{2} \cos \gamma_1 - 8\sqrt{1 - \cos^2 \beta_1} \cdot \sqrt{1 - \cos^2 \gamma_1} \\
III_{1a}. \quad 3 &= -2\sqrt{2} \cos \gamma_1 - 2\sqrt{2} \cos \delta_1 - 8\sqrt{1 - \cos^2 \gamma_1} \cdot \sqrt{1 - \cos^2 \delta_1} \\
IV_{1a}. \quad 3 &= -2\sqrt{2} \cos \delta_1 - 2\sqrt{2} \cos \alpha_1 - 8\sqrt{1 - \cos^2 \delta_1} \cdot \sqrt{1 - \cos^2 \alpha_1}.
\end{aligned}$$

I. Fall. Bei gleichem Vorzeichen der Wurzel ausdrücke in den Ausdrücken für die Cos. der Winkel ist $\cos \alpha_1 = \cos \beta_1 = \cos \gamma_1 = \cos \delta_1$ und die Gleichung I_{1a} . geht über in:

$$\begin{aligned}
8 \cos^2 \alpha_1 - 4\sqrt{2} \cos \alpha_1 - 11 &= 0 \\
\cos \alpha_{11} &= \frac{1}{4}\sqrt{2} + \frac{1}{2}\sqrt{6} \text{ (imaginär)} \\
\cos \alpha_{12} &= \frac{1}{4}\sqrt{2} - \frac{1}{2}\sqrt{6}.
\end{aligned}$$

Aus derselben Gleichung entwickelt sich für $\cos \alpha_1 = \cos \beta_1$ folgende Gleichung vierten Grades:

$$64 \cos^4 \alpha_1 - 160 \cos^2 \alpha_1 - 24\sqrt{2} \cos \alpha_1 + 55 = 0,$$

deren vier Wurzeln sind:

$$\begin{aligned}
\cos \alpha_{11} &= \frac{1}{4}\sqrt{2} + \frac{1}{2}\sqrt{6} \text{ (imaginär)} \\
\cos \alpha_{12} &= \frac{1}{4}\sqrt{2} - \frac{1}{2}\sqrt{6} \\
\cos \alpha_{13} &= -\frac{1}{4}\sqrt{2} + \frac{1}{2}\sqrt{3} \\
\cos \alpha_{14} &= -\frac{1}{4}\sqrt{2} - \frac{1}{2}\sqrt{3} \text{ (imaginär)}.
\end{aligned}$$

Fall II. Die Wurzel ausdrücke haben verschiedenes Vorzeichen. Auf dem angedeuteten Wege erhalten wir folgende Schlußgleichungen:

$$a) \quad 0 \cos^4 \alpha_1 + 0 \cos^3 \alpha_1 + 0 \cos^2 \alpha_1 + 0 \cos \alpha_1 + 0 = 0.$$

Jedes α_1 befriedigt diese Gleichung.

$$b) \quad 64 \cos^4 \alpha_1 + 96\sqrt{2} \cos^3 \alpha_1 - 64 \cos^2 \alpha_1 - 108\sqrt{2} \cos \alpha_1 - 9 = 0,$$

deren Wurzeln sind:

$$\left. \begin{aligned} \cos \alpha_{11} &= -\frac{1}{3}\sqrt{2} \\ \cos \alpha_{12} &= +\frac{1}{3}\sqrt{2} \end{aligned} \right\} \text{ (imaginär)}$$

$$\cos \alpha_{13} = -\frac{1}{3}\sqrt{2} + 1$$

$$\cos \alpha_{14} = -\frac{1}{3}\sqrt{2} - 1 \text{ (imaginär)}.$$

Aus dem zweiten Systeme geht durch Substitution folgendes hervor:

$$\begin{aligned} \text{I}_{2a}. \quad -7 &= -3\sqrt{2} \cos \alpha_2 - 3\sqrt{2} \cos \beta_2 - 3\sqrt{4 - \cos^2 \alpha_2} \cdot \sqrt{4 - \cos^2 \beta_2} \\ \text{II}_{2a}. \quad -7 &= -3\sqrt{2} \cos \beta_2 - 3\sqrt{2} \cos \gamma_2 - 3\sqrt{4 - \cos^2 \beta_2} \cdot \sqrt{4 - \cos^2 \gamma_2} \\ \text{III}_{2a}. \quad -7 &= -3\sqrt{2} \cos \gamma_2 - 3\sqrt{2} \cos \delta_2 - 3\sqrt{4 - \cos^2 \gamma_2} \cdot \sqrt{4 - \cos^2 \delta_2} \\ \text{IV}_{2a}. \quad -7 &= -3\sqrt{2} \cos \delta_2 - 3\sqrt{2} \cos \alpha_2 - 3\sqrt{4 - \cos^2 \delta_2} \cdot \sqrt{4 - \cos^2 \alpha_2}. \end{aligned}$$

I. Fall. Gleiches Vorzeichen der Wurzel ausdrücke in den Ausdrücken für die Cos. der Winkel vorausgesetzt liefert:

$$\cos \alpha_2 = \cos \beta_2 = \cos \gamma_2 = \cos \delta_2$$

und aus I_{2a}. folgende Gleichung:

$$\begin{aligned} 3 \cos^2 \alpha_2 - 6\sqrt{2} \cos \alpha_2 + 4 &= 0 \\ \cos \alpha_{21} &= \sqrt{2} + \frac{1}{3}\sqrt{6} \text{ (imaginär)} \\ \cos \alpha_{22} &= \sqrt{2} - \frac{1}{3}\sqrt{6}. \end{aligned}$$

I_{2a}. liefert für $\cos \alpha_2 = \cos \beta_2$ folgende Gleichung vierten Grades:

$$9 \cos^4 \alpha_2 - 90 \cos^2 \alpha_2 + 84\sqrt{2} \cos \alpha_2 - 40 = 0,$$

deren vier Wurzeln sind:

$$\begin{aligned} \cos \alpha_{21} &= \sqrt{2} + \frac{1}{3}\sqrt{6} \text{ (imaginär)} \\ \cos \alpha_{22} &= \sqrt{2} - \frac{1}{3}\sqrt{6} \\ \cos \alpha_{23} &= -\sqrt{2} + \frac{1}{3}\sqrt{3} \\ \cos \alpha_{24} &= -\sqrt{2} - \frac{1}{3}\sqrt{3} \text{ (imaginär)}. \end{aligned}$$

Im Falle II. erhalten wir folgende Schlußgleichungen:

$$\text{a) } 0 \cos^4 \alpha_2 + 0 \cos^3 \alpha_2 + 0 \cos^2 \alpha_2 + 0 \cos \alpha_2 + 0 = 0,$$

worin α_2 jeden Wert annehmen kann.

$$\text{b) } 48 \cos^4 \alpha_2 - 42\sqrt{2} \cos^3 \alpha_2 - 23 \cos^2 \alpha_2 + 126\sqrt{2} \cos \alpha_2 - 93 = 0,$$

deren vier Wurzeln sind:

$$\left. \begin{aligned} \cos \alpha_{21} &= +\sqrt{3} \\ \cos \alpha_{22} &= -\sqrt{3} \end{aligned} \right\} \text{ (imaginär)}$$

$$\begin{aligned} \cos \alpha_{23} &= \frac{7}{6}\sqrt{2} + 1 \text{ (imaginär)} \\ \cos \alpha_{24} &= \frac{7}{6}\sqrt{2} - 1. \end{aligned}$$

Das Resultat ist dasselbe wie bei den vorhergehenden Ringen. Der charakteristischste unter allen Ringen ist der, bei dem die Rotationsachsen

in einer Ebene liegen, somit ein ebenes halbbregelmäßiges Achteck bilden. Derselbe ist an die Bedingung geknüpft:

$$\cos \alpha_1 = \cos \beta_1 = \cos \gamma_1 = \cos \delta_1 = \frac{1}{4}\sqrt{2} - \frac{1}{3}\sqrt{6}$$

und $\cos \alpha_2 = \cos \beta_2 = \cos \gamma_2 = \cos \delta_2 = \sqrt{2} - \frac{1}{3}\sqrt{6}$

und die Winkel selbst sind:

$\alpha_1 = \beta_1 = \gamma_1 = \delta_1 = 150^\circ 36'$, dann muß sein $\alpha_2 = \beta_2 = \gamma_2 = \delta_2 = 306^\circ 42'$
oder

$\alpha_1 = \beta_1 = \gamma_1 = \delta_1 = 209^\circ 24'$, dann muß sein $\alpha_2 = \beta_2 = \gamma_2 = \delta_2 = 53^\circ 18'$.

Durch Umkehren im Raume geht das eine System in das andere über.

3. Die Achtringe mit den Winkeln $70^\circ \dots$ und $38^\circ \dots$

Die zwei Systeme der Grundgleichungen sind, wenn wir die Rotationswinkel der Punkte mit dem Winkel $38^\circ \dots$ der Reihe nach mit $\alpha_1, \beta_1, \gamma_1, \delta_1$ und die der Punkte mit dem Winkel $70^\circ \dots$ mit $\alpha_2, \beta_2, \gamma_2, \delta_2$ bezeichnen:

$$I_1. \quad -3 = -2\sqrt{2} \cos \alpha_1 - 2\sqrt{2} \cos \beta_1 - 8 \sin \alpha_1 \sin \beta_1$$

$$II_1. \quad -3 = -2\sqrt{2} \cos \beta_1 - 2\sqrt{2} \cos \gamma_1 - 8 \sin \beta_1 \sin \gamma_1$$

$$III_1. \quad -3 = -2\sqrt{2} \cos \gamma_1 - 2\sqrt{2} \cos \delta_1 - 8 \sin \gamma_1 \sin \delta_1$$

$$IV_1. \quad -3 = -2\sqrt{2} \cos \delta_1 - 2\sqrt{2} \cos \alpha_1 - 8 \sin \delta_1 \sin \alpha_1$$

und

$$I_2. \quad -7 = -3\sqrt{2} \cos \alpha_2 - 3\sqrt{2} \cos \beta_2 - 6 \sin \alpha_2 \sin \beta_2$$

$$II_2. \quad -7 = -3\sqrt{2} \cos \beta_2 - 3\sqrt{2} \cos \gamma_2 - 6 \sin \beta_2 \sin \gamma_2$$

$$III_2. \quad -7 = -3\sqrt{2} \cos \gamma_2 - 3\sqrt{2} \cos \delta_2 - 6 \sin \gamma_2 \sin \delta_2$$

$$IV_2. \quad -7 = -3\sqrt{2} \cos \delta_2 - 3\sqrt{2} \cos \alpha_2 - 6 \sin \delta_2 \sin \alpha_2.$$

Das erste System geht durch einfache Substitution über in:

$$I_{1a}. \quad -3 = -2\sqrt{2} \cos \alpha_1 - 2\sqrt{2} \cos \beta_1 - 8\sqrt{1 - \cos^2 \alpha_1} \cdot \sqrt{1 - \cos^2 \beta_1}$$

$$II_{1a}. \quad -3 = -2\sqrt{2} \cos \beta_1 - 2\sqrt{2} \cos \gamma_1 - 8\sqrt{1 - \cos^2 \beta_1} \cdot \sqrt{1 - \cos^2 \gamma_1}$$

$$III_{1a}. \quad -3 = -2\sqrt{2} \cos \gamma_1 - 2\sqrt{2} \cos \delta_1 - 8\sqrt{1 - \cos^2 \gamma_1} \cdot \sqrt{1 - \cos^2 \delta_1}$$

$$IV_{1a}. \quad -3 = -2\sqrt{2} \cos \delta_1 - 2\sqrt{2} \cos \alpha_1 - 8\sqrt{1 - \cos^2 \delta_1} \cdot \sqrt{1 - \cos^2 \alpha_1}.$$

I. Fall. Für $\cos \alpha_1 = \cos \beta_1 = \cos \gamma_1 = \cos \delta_1$ geht die Gleichung I_{1a} über in:

$$8 \cos^2 \alpha_1 - 4\sqrt{2} \cos \alpha_1 - 5 = 0$$

$$\cos \alpha_{11} = \frac{1}{4}\sqrt{2} + \frac{1}{4}\sqrt{3} \text{ (imaginär)}$$

$$\cos \alpha_{12} = \frac{1}{4}\sqrt{2} - \frac{1}{4}\sqrt{3}$$

und liefert ferner die Gleichung vierten Grades:

$$64 \cos^4 \alpha_1 - 160 \cos^2 \alpha_1 + 24\sqrt{2} \cos \alpha_1 + 55 = 0,$$

deren vier Wurzeln sind:

$$\begin{aligned}\cos \alpha_{11} &= \frac{1}{4}\sqrt{2} + \frac{1}{4}\sqrt{3} \text{ (imaginär)} \\ \cos \alpha_{12} &= \frac{1}{4}\sqrt{2} - \frac{1}{4}\sqrt{3} \\ \cos \alpha_{13} &= -\frac{1}{4}\sqrt{2} + \frac{1}{4}\sqrt{6} \\ \cos \alpha_{14} &= -\frac{1}{4}\sqrt{2} - \frac{1}{4}\sqrt{6} \text{ (imaginär)}.\end{aligned}$$

II. Fall. Es resultieren in diesem Falle folgende Schlußgleichungen:

$$\text{a) } 0 \cos^4 \alpha_1 + 0 \cos^3 \alpha_1 + 0 \cos^2 \alpha_1 + 0 \cos \alpha_1 + 0 = 0,$$

worin α_1 jeden beliebigen Wert annehmen kann.

$$\text{b) } 64 \cos^4 \alpha_1 - 96\sqrt{2} \cos^3 \alpha_1 - 64 \cos^2 \alpha_1 + 108\sqrt{2} \cos \alpha_1 - 9 = 0,$$

deren vier Wurzeln sind:

$$\left. \begin{aligned}\cos \alpha_{11} &= +\frac{3}{4}\sqrt{2} \\ \cos \alpha_{12} &= -\frac{3}{4}\sqrt{2} \\ \cos \alpha_{13} &= \frac{3}{4}\sqrt{2} + 1 \\ \cos \alpha_{14} &= \frac{3}{4}\sqrt{2} - 1.\end{aligned} \right\} \text{ (imaginär)}$$

Aus dem zweiten Systeme entsteht durch einfache Substitution folgendes:

$$\begin{aligned}\text{I}_{2a}. \quad -7 &= -3\sqrt{2} \cos \alpha_2 - 3\sqrt{2} \cos \beta_2 - 6\sqrt{4 - \cos^2 \alpha_2} \cdot \sqrt{4 - \cos^2 \beta_2} \\ \text{II}_{2a}. \quad -7 &= -3\sqrt{2} \cos \beta_2 - 3\sqrt{2} \cos \gamma_2 - 6\sqrt{4 - \cos^2 \beta_2} \cdot \sqrt{4 - \cos^2 \gamma_2} \\ \text{III}_{2a}. \quad -7 &= -3\sqrt{2} \cos \gamma_2 - 3\sqrt{2} \cos \delta_2 - 6\sqrt{4 - \cos^2 \gamma_2} \cdot \sqrt{4 - \cos^2 \delta_2} \\ \text{IV}_{2a}. \quad -7 &= -3\sqrt{2} \cos \delta_2 - 3\sqrt{2} \cos \alpha_2 - 6\sqrt{4 - \cos^2 \delta_2} \cdot \sqrt{4 - \cos^2 \alpha_2}.\end{aligned}$$

I. Fall. Für $\cos \alpha_2 = \cos \beta_2 = \cos \gamma_2 = \cos \delta_2$ geht die Gleichung I_{2a} über in:

$$\begin{aligned}6 \cos^2 \alpha_2 - 6\sqrt{2} \cos \alpha_2 + 1 &= 0 \\ \cos \alpha_{21} &= \frac{1}{2}\sqrt{2} + \frac{1}{3}\sqrt{3} \text{ (imaginär)} \\ \cos \alpha_{22} &= \frac{1}{2}\sqrt{2} - \frac{1}{3}\sqrt{3};\end{aligned}$$

ferner entsteht durch Umformen folgende Gleichung vierten Grades aus ihr:

$$36 \cos^4 \alpha - 144 \cos^2 \alpha + 84\sqrt{2} \cos \alpha - 13 = 0,$$

deren vier Wurzeln sind:

$$\begin{aligned}\cos \alpha_{21} &= \frac{1}{2}\sqrt{2} + \frac{1}{3}\sqrt{3} \text{ (imaginär)} \\ \cos \alpha_{22} &= \frac{1}{2}\sqrt{2} - \frac{1}{3}\sqrt{3} \\ \cos \alpha_{23} &= -\frac{1}{2}\sqrt{2} + \frac{2}{3}\sqrt{6} \\ \cos \alpha_{24} &= -\frac{1}{2}\sqrt{2} - \frac{2}{3}\sqrt{6} \text{ (imaginär)}.\end{aligned}$$

II. Fall. Derselbe liefert folgende Schlußgleichungen:

$$\text{a) } 0 \cos^4 \alpha_2 + 0 \cos^3 \alpha_2 + 0 \cos^2 \alpha_2 + 0 \cos \alpha_2 + 0 = 0,$$

die durch jedes α_2 befriedigt wird.

b) $36 \cos^4 \alpha_2 - 84\sqrt{2} \cos^3 \alpha_2 + 8 \cos^2 \alpha_2 + 126\sqrt{2} \cos \alpha_2 - 93 = 0$,
deren vier Wurzeln sind:

$$\left. \begin{aligned} \cos \alpha_{21} &= +\frac{1}{2}\sqrt{6} \\ \cos \alpha_{22} &= -\frac{1}{2}\sqrt{6} \\ \cos \alpha_{23} &= \frac{7}{6}\sqrt{2} + 1 \\ \cos \alpha_{24} &= \frac{7}{6}\sqrt{2} - 1. \end{aligned} \right\} \text{(imaginär)}$$

Auch hier dasselbe Resultat, so daß wir uns wieder auf den Ring beschränken, bei dem die Rotationsachsen in einer Ebene liegen, somit ein ebenes halbregelmäßiges Achteck bilden. Die Bedingung für diesen Ring ist:

$$\cos \alpha_1 = \cos \beta_1 = \cos \gamma_1 = \cos \delta_1 = \frac{1}{4}\sqrt{2} - \frac{1}{2}\sqrt{3}$$

$$\text{und} \quad \cos \alpha_2 = \cos \beta_2 = \cos \gamma_2 = \cos \delta_2 = \frac{1}{2}\sqrt{2} - \frac{1}{3}\sqrt{3}$$

und die Winkel selbst müssen sein: entweder

$$\alpha_1 = \beta_1 = \gamma_1 = \delta_1 = 120^\circ 50', \text{ dann muß sein } \alpha_2 = \beta_2 = \gamma_2 = \delta_2 = 277^\circ 27'$$

oder

$$\alpha_1 = \beta_1 = \gamma_1 = \delta_1 = 239^\circ 10', \text{ dann muß sein } \alpha_2 = \beta_2 = \gamma_2 = \delta_2 = 82^\circ 33'.$$

Durch Umkehren im Raume geht das eine System in das andere über.

D. Die heterogenen Raumzwölfringe.

(S. Fig. 21 und 22, Taf. XIII.)

Da wir die Zwölfringe auf zwei Sechsecke beziehen, so ändert sich der Schnittwinkel der Rotationsachsen ($= 120^\circ$) und wir erhalten zwei Systeme von je sechs Gleichungen.

1. Die Zwölfringe mit den Winkeln $109^\circ \dots$ und $70^\circ \dots$

Bezeichnen wir wieder die Rotationswinkel der Punkte mit dem Schnittwinkel $70^\circ \dots$ der Reihe nach mit $\alpha_1, \beta_1, \gamma_1, \delta_1, \epsilon_1, \eta_1$ und die der Punkte mit dem Schnittwinkel $109^\circ \dots$ mit $\alpha_2, \beta_2, \gamma_2, \delta_2, \epsilon_2, \eta_2$, dann sind die Grundgleichungen:

$$I_1. \quad 1 = -\sqrt{6} \cos \alpha_1 - \sqrt{6} \cos \beta_1 - 4 \sin \alpha_1 \sin \beta_1 - 2 \cos \alpha_1 \cos \beta_1$$

$$II_1. \quad 1 = -\sqrt{6} \cos \beta_1 - \sqrt{6} \cos \gamma_1 - 4 \sin \beta_1 \sin \gamma_1 - 2 \cos \beta_1 \cos \gamma_1$$

$$III_1. \quad 1 = -\sqrt{6} \cos \gamma_1 - \sqrt{6} \cos \delta_1 - 4 \sin \gamma_1 \sin \delta_1 - 2 \cos \gamma_1 \cos \delta_1$$

$$IV_1. \quad 1 = -\sqrt{6} \cos \delta_1 - \sqrt{6} \cos \epsilon_1 - 4 \sin \delta_1 \sin \epsilon_1 - 2 \cos \delta_1 \cos \epsilon_1$$

$$V_1. \quad 1 = -\sqrt{6} \cos \epsilon_1 - \sqrt{6} \cos \eta_1 - 4 \sin \epsilon_1 \sin \eta_1 - 2 \cos \epsilon_1 \cos \eta_1$$

$$VI_1. \quad 1 = -\sqrt{6} \cos \eta_1 - \sqrt{6} \cos \alpha_1 - 4 \sin \eta_1 \sin \alpha_1 - 2 \cos \eta_1 \cos \alpha_1$$

und

$$\begin{aligned} \text{I}_2. \quad -4 &= -\sqrt{6} \cos \alpha_2 - \sqrt{6} \cos \beta_2 - 2 \sin \alpha_2 \sin \beta_2 - \cos \alpha_2 \cos \beta_2 \\ \text{II}_2. \quad -4 &= -\sqrt{6} \cos \beta_2 - \sqrt{6} \cos \gamma_2 - 2 \sin \beta_2 \sin \gamma_2 - \cos \beta_2 \cos \gamma_2 \\ \text{III}_2. \quad -4 &= -\sqrt{6} \cos \gamma_2 - \sqrt{6} \cos \delta_2 - 2 \sin \gamma_2 \sin \delta_2 - \cos \gamma_2 \cos \delta_2 \\ \text{IV}_2. \quad -4 &= -\sqrt{6} \cos \delta_2 - \sqrt{6} \cos \epsilon_2 - 2 \sin \delta_2 \sin \epsilon_2 - \cos \delta_2 \cos \epsilon_2 \\ \text{V}_2. \quad -4 &= -\sqrt{6} \cos \epsilon_2 - \sqrt{6} \cos \iota_2 - 2 \sin \epsilon_2 \sin \iota_2 - \cos \epsilon_2 \cos \iota_2 \\ \text{VI}_2. \quad -4 &= -\sqrt{6} \cos \iota_2 - \sqrt{6} \cos \alpha_2 - 2 \sin \iota_2 \sin \alpha_2 - \cos \iota_2 \cos \alpha_2. \end{aligned}$$

Aus den Gleichungen des ersten Systems gehen durch Substitution folgende hervor:

$$\begin{aligned} \text{I}_{1a}. \quad 4 &= -\sqrt{6} \cos \alpha_1 - \sqrt{6} \cos \beta_1 - 4\sqrt{4 - \cos^2 \alpha_1} \cdot \sqrt{4 - \cos^2 \beta_1} - 2 \cos \alpha_1 \cos \beta_1 \\ \text{II}_{1a}. \quad 4 &= -\sqrt{6} \cos \beta_1 - \sqrt{6} \cos \gamma_1 - 4\sqrt{4 - \cos^2 \beta_1} \cdot \sqrt{4 - \cos^2 \gamma_1} - 2 \cos \beta_1 \cos \gamma_1 \\ \text{III}_{1a}. \quad 4 &= -\sqrt{6} \cos \gamma_1 - \sqrt{6} \cos \delta_1 - 4\sqrt{4 - \cos^2 \gamma_1} \cdot \sqrt{4 - \cos^2 \delta_1} - 2 \cos \gamma_1 \cos \delta_1 \\ \text{IV}_{1a}. \quad 4 &= -\sqrt{6} \cos \delta_1 - \sqrt{6} \cos \epsilon_1 - 4\sqrt{4 - \cos^2 \delta_1} \cdot \sqrt{4 - \cos^2 \epsilon_1} - 2 \cos \delta_1 \cos \epsilon_1 \\ \text{V}_{1a}. \quad 4 &= -\sqrt{6} \cos \epsilon_1 - \sqrt{6} \cos \iota_1 - 4\sqrt{4 - \cos^2 \epsilon_1} \cdot \sqrt{4 - \cos^2 \iota_1} - 2 \cos \epsilon_1 \cos \iota_1 \\ \text{VI}_{1a}. \quad 4 &= -\sqrt{6} \cos \iota_1 - \sqrt{6} \cos \alpha_1 - 4\sqrt{4 - \cos^2 \iota_1} \cdot \sqrt{4 - \cos^2 \alpha_1} - 2 \cos \iota_1 \cos \alpha_1. \end{aligned}$$

I. Fall. Für $\cos \alpha_1 = \cos \beta_1 = \cos \gamma_1 = \cos \delta_1 = \cos \epsilon_1 = \cos \iota_1$ geht eine der Gleichungen über in:

$$\begin{aligned} 2 \cos^2 \alpha_1 - 2\sqrt{6} \cos \alpha_1 - 5 &= 0 \\ \cos \alpha_{11} &= \frac{1}{2}\sqrt{6} + 2 \text{ (imaginär)} \\ \cos \alpha_{12} &= \frac{1}{2}\sqrt{6} - 2 \end{aligned}$$

und für $\cos \alpha_1 = \cos \beta_1$ liefert I_{1a} folgende Gleichung vierten Grades:

$$12 \cos^4 \alpha_1 - 8\sqrt{6} \cos^3 \alpha_1 - 60 \cos^2 \alpha_1 - 4\sqrt{6} \cos \alpha_1 + 15 = 0,$$

deren vier Wurzeln sind:

$$\begin{aligned} \cos \alpha_{11} &= \frac{1}{2}\sqrt{6} + 2 \text{ (imaginär)} \\ \cos \alpha_{12} &= \frac{1}{2}\sqrt{6} - 2 \\ \cos \alpha_{13} &= \frac{1}{8}\sqrt{6} \\ \cos \alpha_{14} &= -\frac{1}{2}\sqrt{6} \text{ (imaginär)}. \end{aligned}$$

Fall II. liefert folgende Schlußgleichungen:

$$\begin{aligned} \text{a) } 0 \cos^6 \alpha_1 + 0 \cos^5 \alpha_1 + 0 \cos^4 \alpha_1 + 0 \cos^3 \alpha_1 + 0 \cos^2 \alpha_1 \\ + 0 \cos \alpha_1 + 0 = 0, \end{aligned}$$

worin α_1 jeden beliebigen Wert annehmen kann.

$$\text{b) } 12 \cos^4 \alpha_1 - 16\sqrt{6} \cos^3 \alpha_1 - 28 \cos^2 \alpha_1 + 32\sqrt{6} \cos \alpha_1 + 55 = 0,$$

deren vier Wurzeln sind:

$$\begin{aligned} \cos \alpha_{11} &= \frac{1}{2}\sqrt{6} + 2 \text{ (imaginär)} \\ \cos \alpha_{12} &= \frac{1}{2}\sqrt{6} - 2 \end{aligned}$$

$$\left. \begin{aligned} \cos \alpha_{13} &= \frac{1}{3}\sqrt{6} + \sqrt{2} \\ \cos \alpha_{14} &= \frac{1}{3}\sqrt{6} - \sqrt{2} \end{aligned} \right\} \text{(imaginär).}$$

Aus den Gleichungen des zweiten Systems gehen durch Substitution folgende hervor:

$$\begin{aligned} \text{I}_{2a}. \quad -4 &= -\sqrt{6} \cos \alpha_2 - \sqrt{6} \cos \beta_2 - 2\sqrt{1 - \cos^2 \alpha_2} \cdot \sqrt{1 - \cos^2 \beta_2} - \cos \alpha_2 \cos \beta_2 \\ \text{II}_{2a}. \quad -4 &= -\sqrt{6} \cos \beta_2 - \sqrt{6} \cos \gamma_2 - 2\sqrt{1 - \cos^2 \beta_2} \cdot \sqrt{1 - \cos^2 \gamma_2} - \cos \beta_2 \cos \gamma_2 \\ \text{III}_{2a}. \quad -4 &= -\sqrt{6} \cos \gamma_2 - \sqrt{6} \cos \delta_2 - 2\sqrt{1 - \cos^2 \gamma_2} \cdot \sqrt{1 - \cos^2 \delta_2} - \cos \gamma_2 \cos \delta_2 \\ \text{IV}_{2a}. \quad -4 &= -\sqrt{6} \cos \delta_2 - \sqrt{6} \cos \varepsilon_2 - 2\sqrt{1 - \cos^2 \delta_2} \cdot \sqrt{1 - \cos^2 \varepsilon_2} - \cos \delta_2 \cos \varepsilon_2 \\ \text{V}_{2a}. \quad -4 &= -\sqrt{6} \cos \varepsilon_2 - \sqrt{6} \cos \eta_2 - 2\sqrt{1 - \cos^2 \varepsilon_2} \cdot \sqrt{1 - \cos^2 \eta_2} - \cos \varepsilon_2 \cos \eta_2 \\ \text{VI}_{2a}. \quad -4 &= -\sqrt{6} \cos \eta_2 - \sqrt{6} \cos \alpha_2 - 2\sqrt{1 - \cos^2 \eta_2} \cdot \sqrt{1 - \cos^2 \alpha_2} - \cos \eta_2 \cos \alpha_2. \end{aligned}$$

1. Fall. Für $\cos \alpha_2 = \cos \beta_2 = \cos \gamma_2 = \cos \delta_2 = \cos \varepsilon_2 = \cos \eta_2$ geht I_{2a} über in:

$$\begin{aligned} \cos^2 \alpha_2 - 2\sqrt{6} \cos \alpha_2 + 2 &= 0 \\ \cos \alpha_{21} &= \sqrt{6} + 2 \text{ (imaginär)} \\ \cos \alpha_{22} &= \sqrt{6} - 2 \end{aligned}$$

und liefert durch Umformen folgende Gleichung vierten Grades:

$$3 \cos^4 \alpha_2 - 4\sqrt{6} \cos^3 \alpha_2 - 24 \cos^2 \alpha_2 + 16\sqrt{6} \cos \alpha_2 - 12 = 0,$$

deren vier Wurzeln sind:

$$\begin{aligned} \cos \alpha_{21} &= \sqrt{6} + 2 \text{ (imaginär)} \\ \cos \alpha_{22} &= \sqrt{6} - 2 \\ \cos \alpha_{23} &= \frac{1}{3}\sqrt{6} \\ \cos \alpha_{24} &= -\sqrt{6} \text{ (imaginär)}. \end{aligned}$$

Im Falle II. erhalten wir folgende Schlußgleichungen:

$$\begin{aligned} \text{a) } 0 \cos^6 \alpha_2 + 0 \cos^5 \alpha_2 + 0 \cos^4 \alpha_2 + 0 \cos^3 \alpha_2 + 0 \cos^2 \alpha_2 \\ + 0 \cos \alpha_2 + 0 = 0, \end{aligned}$$

worin α_2 jeden beliebigen Wert annehmen kann.

$$\text{b) } 3 \cos^4 \alpha_2 - 8\sqrt{6} \cos^3 \alpha_2 + 20 \cos^2 \alpha_2 + 16\sqrt{6} \cos \alpha_2 - 20 = 0,$$

deren vier Wurzeln sind:

$$\begin{aligned} \cos \alpha_{21} &= \sqrt{6} + 2 \text{ (imaginär)} \\ \cos \alpha_{22} &= \sqrt{6} - 2 \\ \cos \alpha_{23} &= \frac{1}{3}\sqrt{6} + 2 \\ \cos \alpha_{24} &= \frac{1}{3}\sqrt{6} - 2 \end{aligned} \left\} \text{(imaginär).}$$

Wie in allen Ringen, so kann auch hier der Rotationswinkel jeden beliebigen Wert innerhalb einer Grenze annehmen, so daß, da die Unbekannten infolge des symmetrischen Baues der Gleichungen noch unter sich

vertauscht werden können, innerhalb dieser Grenze unendlich viele Ringe möglich sind, die eine stetige Aufeinanderfolge bilden.

Für den Fall I:

$$\cos \alpha_1 = \cos \beta_1 = \cos \gamma_1 = \cos \delta_1 = \cos \epsilon_1 = \cos \eta_1 = \frac{1}{2} \sqrt{6} - 2$$

und $\cos \alpha_2 = \cos \beta_2 = \cos \gamma_2 = \cos \delta_2 = \cos \epsilon_2 = \cos \eta_2 = \frac{1}{2} \sqrt{6} - 2$

liegen die Rotationsachsen in einer Ebene und bilden ein halbberegelmäßiges Zwölfeck und die Winkel selbst sind:

$$\alpha_1 = \beta_1 = \gamma_1 = \delta_1 = \epsilon_1 = \eta_1 = 140^\circ 50',$$

dann muß sein:

$$\alpha_2 = \beta_2 = \gamma_2 = \delta_2 = \epsilon_2 = \eta_2 = 296^\circ 43'$$

oder

$$\alpha_1 = \beta_1 = \gamma_1 = \delta_1 = \epsilon_1 = \eta_1 = 219^\circ 40' (360^\circ - 140^\circ 50'),$$

dann muß sein:

$$\alpha_2 = \beta_2 = \gamma_2 = \delta_2 = \epsilon_2 = \eta_2 = 63^\circ 47'.$$

Durch Umkehren im Raume geht die eine Configuration in die andere über.

Es sei noch besonders hervorgehoben, daß die Werte für die Cos. der Neigungswinkel dieser Ringe, absolut genommen, gleich denen der homogenen Sechsringe mit den entsprechenden Winkeln sind, ein Umstand, der die nahen Beziehungen namentlich der gegenseitigen Lage je zweier Nachbarpunkte in den verschiedenen Ringen zum Ausdruck bringt.

2. Die Zwölfringe mit den Winkeln $109^\circ \dots$ und $38^\circ \dots$

Die beiden Systeme der Grundgleichungen für diese Ringe sind:

$$\begin{aligned} \text{I}_1. \quad 5 &= -2\sqrt{6} \cos \alpha_1 - 2\sqrt{6} \cos \beta_1 - 46 \sin \alpha_1 \sin \beta_1 - 8 \cos \alpha_1 \cos \beta_1 \\ \text{II}_1. \quad 5 &= -2\sqrt{6} \cos \beta_1 - 2\sqrt{6} \cos \gamma_1 - 46 \sin \beta_1 \sin \gamma_1 - 8 \cos \beta_1 \cos \gamma_1 \\ \text{III}_1. \quad 5 &= -2\sqrt{6} \cos \gamma_1 - 2\sqrt{6} \cos \delta_1 - 46 \sin \gamma_1 \sin \delta_1 - 8 \cos \gamma_1 \cos \delta_1 \\ \text{IV}_1. \quad 5 &= -2\sqrt{6} \cos \delta_1 - 2\sqrt{6} \cos \epsilon_1 - 46 \sin \delta_1 \sin \epsilon_1 - 8 \cos \delta_1 \cos \epsilon_1 \\ \text{V}_1. \quad 5 &= -2\sqrt{6} \cos \epsilon_1 - 2\sqrt{6} \cos \eta_1 - 46 \sin \epsilon_1 \sin \eta_1 - 8 \cos \epsilon_1 \cos \eta_1 \\ \text{VI}_1. \quad 5 &= -2\sqrt{6} \cos \eta_1 - 2\sqrt{6} \cos \alpha_1 - 46 \sin \eta_1 \sin \alpha_1 - 8 \cos \eta_1 \cos \alpha_1 \end{aligned}$$

und

$$\begin{aligned} \text{I}_2. \quad -20 &= -3\sqrt{6} \cos \alpha_2 - 3\sqrt{6} \cos \beta_2 - 6 \sin \alpha_2 \sin \beta_2 - 3 \cos \alpha_2 \cos \beta_2 \\ \text{II}_2. \quad -20 &= -3\sqrt{6} \cos \beta_2 - 3\sqrt{6} \cos \gamma_2 - 6 \sin \beta_2 \sin \gamma_2 - 3 \cos \beta_2 \cos \gamma_2 \\ \text{III}_2. \quad -20 &= -3\sqrt{6} \cos \gamma_2 - 3\sqrt{6} \cos \delta_2 - 6 \sin \gamma_2 \sin \delta_2 - 3 \cos \gamma_2 \cos \delta_2 \\ \text{IV}_2. \quad -20 &= -3\sqrt{6} \cos \delta_2 - 3\sqrt{6} \cos \epsilon_2 - 6 \sin \delta_2 \sin \epsilon_2 - 3 \cos \delta_2 \cos \epsilon_2 \\ \text{V}_2. \quad -20 &= -3\sqrt{6} \cos \epsilon_2 - 3\sqrt{6} \cos \eta_2 - 6 \sin \epsilon_2 \sin \eta_2 - 3 \cos \epsilon_2 \cos \eta_2 \\ \text{VI}_2. \quad -20 &= -3\sqrt{6} \cos \eta_2 - 3\sqrt{6} \cos \alpha_2 - 6 \sin \eta_2 \sin \alpha_2 - 3 \cos \eta_2 \cos \alpha_2, \end{aligned}$$

von denen sich das erste auf die Punkte mit dem Schnittwinkel $38^\circ \dots$, das letzte auf die mit dem Schnittwinkel $109^\circ \dots$ bezieht.

Aus dem ersten Systeme geht durch Substitution folgendes hervor:

$$\begin{aligned} \text{I}_{1a}. \quad 5 &= -2\sqrt{6}\cos\alpha_1 - 2\sqrt{6}\cos\beta_1 - 16\sqrt{1-\cos^2\alpha_1} \cdot \sqrt{1-\cos^2\beta_1} - 8\cos\alpha_1\cos\beta_1 \\ \text{II}_{1a}. \quad 5 &= -2\sqrt{6}\cos\beta_1 - 2\sqrt{6}\cos\gamma_1 - 16\sqrt{1-\cos^2\beta_1} \cdot \sqrt{1-\cos^2\gamma_1} - 8\cos\beta_1\cos\gamma_1 \\ \text{III}_{1a}. \quad 5 &= -2\sqrt{6}\cos\gamma_1 - 2\sqrt{6}\cos\delta_1 - 16\sqrt{1-\cos^2\gamma_1} \cdot \sqrt{1-\cos^2\delta_1} - 8\cos\gamma_1\cos\delta_1 \\ \text{IV}_{1a}. \quad 5 &= -2\sqrt{6}\cos\delta_1 - 2\sqrt{6}\cos\varepsilon_1 - 16\sqrt{1-\cos^2\delta_1} \cdot \sqrt{1-\cos^2\varepsilon_1} - 8\cos\delta_1\cos\varepsilon_1 \\ \text{V}_{1a}. \quad 5 &= -2\sqrt{6}\cos\varepsilon_1 - 2\sqrt{6}\cos\eta_1 - 16\sqrt{1-\cos^2\varepsilon_1} \cdot \sqrt{1-\cos^2\eta_1} - 8\cos\varepsilon_1\cos\eta_1 \\ \text{VI}_{1a}. \quad 5 &= -2\sqrt{6}\cos\eta_1 - 2\sqrt{6}\cos\alpha_1 - 16\sqrt{1-\cos^2\eta_1} \cdot \sqrt{1-\cos^2\alpha_1} - 8\cos\eta_1\cos\alpha_1. \end{aligned}$$

I. Fall. Für $\cos\alpha_1 = \cos\beta_1 = \cos\gamma_1 = \cos\delta_1 = \cos\varepsilon_1 = \cos\eta_1$ geht eine der Gleichungen über in:

$$\begin{aligned} 8\cos^2\alpha_1 - 4\sqrt{6}\cos\alpha_1 - 24 &= 0 \\ \cos\alpha_{11} &= \frac{1}{4}\sqrt{6} + \sqrt{3} \\ \cos\alpha_{12} &= \frac{1}{4}\sqrt{6} - \sqrt{3} \end{aligned} \quad \left. \vphantom{\begin{aligned} \cos\alpha_{11} \\ \cos\alpha_{12} \end{aligned}} \right\} \text{(imaginär)}$$

und aus I_{1a} entsteht folgende Gleichung vierten Grades:

$$192\cos^4\alpha_1 - 64\sqrt{6}\cos^3\alpha_1 - 688\cos^2\alpha_1 - 40\sqrt{6}\cos\alpha_1 + 234 = 0,$$

deren Wurzeln sind:

$$\begin{aligned} \cos\alpha_{11} &= \frac{1}{4}\sqrt{6} + \sqrt{3} \\ \cos\alpha_{12} &= \frac{1}{4}\sqrt{6} - \sqrt{3} \\ \cos\alpha_{13} &= -\frac{1}{12}\sqrt{6} + \frac{1}{2}\sqrt{2} \\ \cos\alpha_{14} &= -\frac{1}{12}\sqrt{6} - \frac{1}{2}\sqrt{2}. \end{aligned} \quad \left. \vphantom{\begin{aligned} \cos\alpha_{11} \\ \cos\alpha_{12} \end{aligned}} \right\} \text{(imaginär)}$$

Im Falle II. entstehen folgende Schlußgleichungen:

$$\begin{aligned} \text{a) } 0\cos^6\alpha_1 + 0\cos^5\alpha_1 + 0\cos^4\alpha_1 + 0\cos^3\alpha_1 + 0\cos^2\alpha_1 \\ + 0\cos\alpha_1 + 0 &= 0, \end{aligned}$$

die durch jedes α_1 befriedigt ist.

$$\text{b) } 960\cos^4\alpha_1 + 128\sqrt{6}\cos^3\alpha_1 - 1712\cos^2\alpha_1 - 446\sqrt{6}\cos\alpha_1 + 35 = 0,$$

deren vier Wurzeln sind:

$$\begin{aligned} \cos\alpha_{11} &= -\frac{5}{12}\sqrt{6} \\ \cos\alpha_{12} &= +\frac{7}{12}\sqrt{6} \\ \cos\alpha_{13} &= -\frac{3}{20}\sqrt{6} + \frac{2}{5} \\ \cos\alpha_{14} &= -\frac{3}{20}\sqrt{6} - \frac{2}{5}. \end{aligned} \quad \left. \vphantom{\begin{aligned} \cos\alpha_{11} \\ \cos\alpha_{12} \end{aligned}} \right\} \text{(imaginär)}$$

Das zweite System liefert durch Substitution folgendes:

$$\begin{aligned} \text{I}_{2a}. \quad -20 &= -3\sqrt{6}\cos\alpha_2 - 3\sqrt{6}\cos\beta_2 - 6\sqrt{1-\cos^2\alpha_2} \cdot \sqrt{1-\cos^2\beta_2} - 3\cos\alpha_2\cos\beta_2 \\ \text{II}_{2a}. \quad -20 &= -3\sqrt{6}\cos\beta_2 - 3\sqrt{6}\cos\gamma_2 - 6\sqrt{1-\cos^2\beta_2} \cdot \sqrt{1-\cos^2\gamma_2} - 3\cos\beta_2\cos\gamma_2 \\ \text{III}_{2a}. \quad -20 &= -3\sqrt{6}\cos\gamma_2 - 3\sqrt{6}\cos\delta_2 - 6\sqrt{1-\cos^2\gamma_2} \cdot \sqrt{1-\cos^2\delta_2} - 3\cos\gamma_2\cos\delta_2 \end{aligned}$$

$$IV_{2a}. -20 = -3\sqrt{6}\cos\delta_2 - 3\sqrt{6}\cos\epsilon_2 - 6\sqrt{4-\cos^2\delta_2} \cdot \sqrt{4-\cos^2\epsilon_2} - 3\cos\delta_2\cos\epsilon_2$$

$$V_{2a}. 20 = -3\sqrt{6}\cos\iota_2 - 3\sqrt{6}\cos\alpha_2 - 6\sqrt{4-\cos^2\iota_2} \cdot \sqrt{4-\cos^2\alpha_2} - 3\cos\iota_2\cos\alpha_2$$

$$VI_{2a}. -20 = -3\sqrt{6}\cos\iota_2 - 3\sqrt{6}\cos\alpha_2 - 6\sqrt{4-\cos^2\iota_2} \cdot \sqrt{4-\cos^2\alpha_2} - 3\cos\iota_2\cos\alpha_2$$

I. Fall. Für $\cos\alpha_2 = \cos\beta_2 = \cos\gamma_2 = \cos\delta_2 = \cos\epsilon_2 = \cos\iota_2$ liefert eine der Gleichungen:

$$\begin{aligned} 3\cos^2\alpha_2 - 6\sqrt{6}\cos\alpha_2 + 14 &= 0 \\ \cos\alpha_{21} &= \sqrt{6} + \frac{2}{3}\sqrt{3} \\ \cos\alpha_{22} &= \sqrt{6} - \frac{2}{3}\sqrt{3} \end{aligned} \quad \left. \vphantom{\begin{aligned} 3\cos^2\alpha_2 - 6\sqrt{6}\cos\alpha_2 + 14 &= 0 \\ \cos\alpha_{21} &= \sqrt{6} + \frac{2}{3}\sqrt{3} \\ \cos\alpha_{22} &= \sqrt{6} - \frac{2}{3}\sqrt{3} \end{aligned}} \right\} \text{ (imaginär)}$$

und aus I_{2a} entsteht folgende Gleichung vierten Grades:

$$27\cos^4\alpha_2 - 36\sqrt{6}\cos^3\alpha_2 - 168\cos^2\alpha_2 + 240\sqrt{6}\cos\alpha_2 - 364 = 0,$$

deren vier Wurzeln sind:

$$\begin{aligned} \cos\alpha_{21} &= \sqrt{6} + \frac{2}{3}\sqrt{3} \\ \cos\alpha_{22} &= \sqrt{6} - \frac{2}{3}\sqrt{3} \\ \cos\alpha_{23} &= -\frac{1}{3}\sqrt{6} + \frac{1}{3}\sqrt{2} \\ \cos\alpha_{24} &= -\frac{1}{3}\sqrt{6} - \frac{1}{3}\sqrt{2} \end{aligned} \quad \left. \vphantom{\begin{aligned} \cos\alpha_{21} &= \sqrt{6} + \frac{2}{3}\sqrt{3} \\ \cos\alpha_{22} &= \sqrt{6} - \frac{2}{3}\sqrt{3} \\ \cos\alpha_{23} &= -\frac{1}{3}\sqrt{6} + \frac{1}{3}\sqrt{2} \\ \cos\alpha_{24} &= -\frac{1}{3}\sqrt{6} - \frac{1}{3}\sqrt{2} \end{aligned}} \right\} \text{ (imaginär)}.$$

Im Fall II. entstehen folgende Gleichungen:

$$\begin{aligned} \text{a) } 0\cos^6\alpha_2 + 0\cos^5\alpha_2 + 0\cos^4\alpha_2 + 0\cos^3\alpha_2 + 0\cos^2\alpha_2 \\ + 0\cos\alpha_2 + 0 = 0, \end{aligned}$$

in der α_2 jeden beliebigen Wert annehmen kann.

$$\text{b) } 135\cos^4\alpha_2 - 504\sqrt{6}\cos^3\alpha_2 + 2244\cos^2\alpha_2 + 688\sqrt{6}\cos\alpha_2 - 3460 = 0,$$

deren vier Wurzeln sind:

$$\begin{aligned} \cos\alpha_{21} &= \frac{1}{3}\sqrt{6} - 2 \\ \cos\alpha_{22} &= \frac{1}{3}\sqrt{6} + 2 \\ \cos\alpha_{23} &= -\frac{2}{3}\sqrt{6} + \frac{2}{3} \\ \cos\alpha_{24} &= -\frac{2}{3}\sqrt{6} - \frac{2}{3} \end{aligned} \quad \left. \vphantom{\begin{aligned} \cos\alpha_{21} &= \frac{1}{3}\sqrt{6} - 2 \\ \cos\alpha_{22} &= \frac{1}{3}\sqrt{6} + 2 \\ \cos\alpha_{23} &= -\frac{2}{3}\sqrt{6} + \frac{2}{3} \\ \cos\alpha_{24} &= -\frac{2}{3}\sqrt{6} - \frac{2}{3} \end{aligned}} \right\} \text{ (imaginär)}.$$

Für die Punkte, in denen sich die Krafrichtungen unter dem Winkel von $38^\circ \dots$ schneiden, ist der größte Teil der erhaltenen Werte imaginär; für die Punkte, in denen sich die Krafrichtungen unter dem Winkel $109^\circ \dots$ schneiden, ergibt die Rechnung nur imaginäre Werte. Daraus folgt, daß kein Ring mit diesen beiden Winkeln möglich ist; immer wieder unter der Grundvoraussetzung, daß die Richtungen von ihrer normalen Lage nicht abgelenkt sind.

3. Die Zwölfringe mit den Winkeln $70^\circ \dots$ und $38^\circ \dots$

Die Grundgleichungen dieser Ringe sind folgende beiden Systeme, in denen sich das erste auf die Punkte mit dem Schnittwinkel $38^\circ \dots$, das letzte auf die mit dem Schnittwinkel $70^\circ \dots$ bezieht:

$$\begin{aligned}
I_1. \quad -7 &= -2\sqrt{6} \cos \alpha_1 - 2\sqrt{6} \cos \beta_1 - 16 \sin \alpha_1 \sin \beta_1 - 8 \cos \alpha_1 \cos \beta_1 \\
II_1. \quad -7 &= -2\sqrt{6} \cos \beta_1 - 2\sqrt{6} \cos \gamma_1 - 16 \sin \beta_1 \sin \gamma_1 - 8 \cos \beta_1 \cos \gamma_1 \\
III_1. \quad -7 &= -2\sqrt{6} \cos \gamma_1 - 2\sqrt{6} \cos \delta_1 - 16 \sin \gamma_1 \sin \delta_1 - 8 \cos \gamma_1 \cos \delta_1 \\
IV_1. \quad -7 &= -2\sqrt{6} \cos \delta_1 - 2\sqrt{6} \cos \varepsilon_1 - 16 \sin \delta_1 \sin \varepsilon_1 - 8 \cos \delta_1 \cos \varepsilon_1 \\
V_1. \quad -7 &= -2\sqrt{6} \cos \varepsilon_1 - 2\sqrt{6} \cos \eta_1 - 16 \sin \varepsilon_1 \sin \eta_1 - 8 \cos \varepsilon_1 \cos \eta_1 \\
VI_1. \quad -7 &= -2\sqrt{6} \cos \eta_1 - 2\sqrt{6} \cos \alpha_1 - 16 \sin \eta_1 \sin \alpha_1 - 8 \cos \eta_1 \cos \alpha_1
\end{aligned}$$

und

$$\begin{aligned}
I_2. \quad -17 &= -3\sqrt{6} \cos \alpha_2 - 3\sqrt{6} \cos \beta_2 - 12 \sin \alpha_2 \sin \beta_2 - 6 \cos \alpha_2 \cos \beta_2 \\
II_2. \quad -17 &= -3\sqrt{6} \cos \beta_2 - 3\sqrt{6} \cos \gamma_2 - 12 \sin \beta_2 \sin \gamma_2 - 6 \cos \beta_2 \cos \gamma_2 \\
III_2. \quad -17 &= -3\sqrt{6} \cos \gamma_2 - 3\sqrt{6} \cos \delta_2 - 12 \sin \gamma_2 \sin \delta_2 - 6 \cos \gamma_2 \cos \delta_2 \\
IV_2. \quad -17 &= -3\sqrt{6} \cos \delta_2 - 3\sqrt{6} \cos \varepsilon_2 - 12 \sin \delta_2 \sin \varepsilon_2 - 6 \cos \delta_2 \cos \varepsilon_2 \\
V_2. \quad -17 &= -3\sqrt{6} \cos \varepsilon_2 - 3\sqrt{6} \cos \eta_2 - 12 \sin \varepsilon_2 \sin \eta_2 - 6 \cos \varepsilon_2 \cos \eta_2 \\
VI_2. \quad -17 &= -3\sqrt{6} \cos \eta_2 - 3\sqrt{6} \cos \alpha_2 - 12 \sin \eta_2 \sin \alpha_2 - 6 \cos \eta_2 \cos \alpha_2.
\end{aligned}$$

Nach der Substitution liefert irgend eine Gleichung des ersten Systems für Fall I. $\cos \alpha_1 = \cos \beta_1 = \cos \gamma_1 = \cos \delta_1 = \cos \varepsilon_1 = \cos \eta_1$:

$$\begin{aligned}
8 \cos^2 \alpha_1 - 4\sqrt{6} \cos \alpha_1 - 9 &= 0 \\
\cos \alpha_{11} &= +\frac{3}{4}\sqrt{6} \text{ (imaginär)} \\
\cos \alpha_{12} &= -\frac{1}{4}\sqrt{6};
\end{aligned}$$

ferner folgende Gleichung vierten Grades:

$$192 \cos^4 \alpha_1 - 64\sqrt{6} \cos^3 \alpha_1 - 496 \cos^2 \alpha_1 + 56\sqrt{6} \cos \alpha_1 + 207 = 0,$$

deren vier Wurzeln sind:

$$\begin{aligned}
\cos \alpha_{11} &= \frac{3}{4}\sqrt{6} \text{ (imaginär)} \\
\cos \alpha_{12} &= -\frac{1}{4}\sqrt{6} \\
\cos \alpha_{13} &= -\frac{1}{2}\sqrt{6} + 1 \\
\cos \alpha_{14} &= -\frac{1}{2}\sqrt{6} - 1 \text{ (imaginär)}.
\end{aligned}$$

Im Falle II. erhalten wir folgende Schlußgleichungen:

$$a) \quad 0 \cos^6 \alpha_1 + 0 \cos^5 \alpha_1 + 0 \cos^4 \alpha_1 + 0 \cos^3 \alpha_1 + 0 \cos^2 \alpha_1 + 0 \cos \alpha_1 + 0 = 0,$$

worin α_1 jeden beliebigen Wert annehmen kann.

$$b) \quad 192 \cos^4 \alpha_1 + 256\sqrt{6} \cos^3 \alpha_1 - 688 \cos^2 \alpha_1 - 400\sqrt{6} \cos \alpha_1 + 175 = 0,$$

deren vier Wurzeln sind:

$$\begin{aligned}
\cos \alpha_{11} &= -\frac{5}{12}\sqrt{6} \\
\cos \alpha_{12} &= +\frac{7}{12}\sqrt{6} \\
\cos \alpha_{13} &= -\frac{3}{4}\sqrt{6} + 2 \\
\cos \alpha_{14} &= -\frac{3}{4}\sqrt{6} - 2 \text{ (imaginär)}.
\end{aligned}
\left. \begin{array}{l} \cos \alpha_{11} \\ \cos \alpha_{12} \end{array} \right\} \text{ (imaginär)}$$

Irgend eine Gleichung des zweiten Systems geht nach der Substitution für Fall I: $\cos \alpha_2 = \cos \beta_2 = \cos \gamma_2 = \cos \delta_2 = \cos \varepsilon_2 = \cos \eta_2$ über in:

$$6 \cos^2 \alpha_2 - 6\sqrt{6} \cos \alpha_2 + 5 = 0$$

$$\cos \alpha_{21} = \frac{5}{6} \sqrt{6} \text{ (imaginär)}$$

$$\cos \alpha_{22} = \frac{1}{6} \sqrt{6}$$

oder liefert die Gleichung vierten Grades:

$$408 \cos^4 \alpha_2 - 72\sqrt{6} \cos^3 \alpha_2 - 300 \cos^2 \alpha_2 + 204\sqrt{6} \cos \alpha_2 - 445 = 0,$$

deren vier Wurzeln sind:

$$\cos \alpha_{21} = \frac{5}{6} \sqrt{6} \text{ (imaginär)}$$

$$\cos \alpha_{22} = \frac{1}{6} \sqrt{6}$$

$$\cos \alpha_{23} = -\frac{1}{6} \sqrt{6} + \frac{1}{3}$$

$$\cos \alpha_{24} = -\frac{1}{6} \sqrt{6} - \frac{1}{3} \text{ (imaginär)}.$$

Im Falle II. entstehen folgende Schlußgleichungen:

$$\begin{aligned} \text{a) } 0 \cos^6 \alpha_2 + 0 \cos^5 \alpha_2 + 0 \cos^4 \alpha_2 + 0 \cos^3 \alpha_2 + 0 \cos^2 \alpha_2 \\ + 0 \cos \alpha_2 + 0 = 0, \end{aligned}$$

die durch jedes α_2 befriedigt wird.

$$\text{b) } 408 \cos^4 \alpha_2 - 864\sqrt{6} \cos^3 \alpha_2 + 2868 \cos^2 \alpha_2 + 4048\sqrt{6} \cos \alpha_2 - 2585 = 0,$$

deren vier Wurzeln sind:

$$\left. \begin{aligned} \cos \alpha_{21} &= \frac{1}{6} \sqrt{6} + \sqrt{2} \\ \cos \alpha_{22} &= \frac{1}{6} \sqrt{6} - \sqrt{2} \\ \cos \alpha_{23} &= \frac{1}{6} (23\sqrt{6} + 52) \\ \cos \alpha_{24} &= \frac{1}{6} (23\sqrt{6} - 52). \end{aligned} \right\} \text{ (imaginär)}$$

Wir beschränken uns hier nur auf den Fall I., der für

$$\cos \alpha_1 = \cos \beta_1 = \cos \gamma_1 = \cos \delta_1 = \cos \varepsilon_1 = \cos \eta_1 = -\frac{1}{6} \sqrt{6}$$

$$\text{und } \cos \alpha_2 = \cos \beta_2 = \cos \gamma_2 = \cos \delta_2 = \cos \varepsilon_2 = \cos \eta_2 = +\frac{1}{6} \sqrt{6}$$

einen Ring darstellt, bei dem die Rotationsachsen ein ebenes halbberegelmäßiges Zwölfeck bilden. Für diesen sind die Winkel selbst:

$$\alpha_1 = \beta_1 = \gamma_1 = \dots = \eta_1 = 127^\circ 46'$$

$$\text{dann muß sein: } \alpha_2 = \beta_2 = \gamma_2 = \dots = \eta_2 = 294^\circ 5'$$

oder für die Umkehrung des dadurch dargestellten Systems ist:

$$\alpha_1 = \beta_1 = \gamma_1 = \delta_1 = \varepsilon_1 = \eta_1 = 232^\circ 44'$$

$$\text{und } \alpha_2 = \beta_2 = \gamma_2 = \delta_2 = \varepsilon_2 = \eta_2 = 65^\circ 55'.$$

Vergleichende Übersicht der untersuchten Ringe.

Wie bei den homogenen Ringen, bei denen die Rotationsachsen ebene reguläre Polygone bilden, ein Zusammenhang durch eine Zahlenbeziehung in den Ausdrücken für die Cosinusse der Rotationswinkel einmal unter den

gleichzähligen Ringen mit verschiedenem Schnittwinkel der Krafrichtungen, das andere Mal unter den gleichwinkligen Ringen mit verschiedener Gliederzahl bestand, so war auch hier bei den entsprechenden d. s. die starren Ringe, bei denen die Rotationsachsen zwar ebene, aber nur halbregelmäßige Polygone bilden, eine solche Beziehung zu erwarten. Wenn die heterogenen Ringe durch Ineinanderschieben zweier homogener Ringe derselben Gliederzahl aber mit verschiedenem Winkel entstanden gedacht wurden, dann dürfte dieser Vorgang seinen Ausdruck in einem indirecten Zusammenhange, d. h. einem durch die Werte der homogenen Ringe vermittelten, finden; dagegen mußten die Ringe mit verschiedener Gliederzahl aber denselben Winkeln in einem directen Zusammenhange stehen.

Wir wollen zuerst den oder vielmehr einen Zusammenhang dieser heterogenen Ringe mit den gleichzähligen homogenen Ringen ermitteln.

I. Beim Ineinanderschieben zweier homogener Ringe, z. B. des homogenen Sechsrings mit dem $\angle 109^\circ \dots$ und des homogenen Sechsrings mit dem $\angle 70^\circ \dots$ tritt abwechselnd ein Punkt, in dem sich die Richtungen unter dem $\angle 109^\circ \dots$ schneiden, an die Stelle eines Punktes, in dem sich die Richtungen unter $\angle 70^\circ \dots$ schneiden, wodurch ein heterogener Ring, in diesem Falle der heterogene Sechsring $3 \times 70^\circ \dots / 109^\circ \dots$ entsteht. Dabei findet immer eine Lageveränderung statt, die einer Teilrotation gleichkommt, und diese Rotation wird durch eine Function des Rotationswinkels ausgedrückt. Es dürfte somit nach dieser Auffassung ein Factor eine Rolle spielen, der Art, daß durch Multiplication mit demselben sich die Werte der heterogenen Ringe aus denen der homogenen Ringe ableiten lassen. In der Tat lassen sich aus diesen die Werte der Cosinus der Rotationswinkel der heterogenen Ringe durch dieselbe Operation herleiten, nur darf man nicht die zusammengezogenen Werte der homogenen Ringe, sondern die Ausdrücke, die die Auflösung der quadratischen Gleichungen ergibt, zugrunde legen. Diese seien daher in einer Übersicht vorangestellt:

Bei dem Krafrichtungsschnittwinkel:	$109^\circ \dots$	$70^\circ \dots$	$38^\circ \dots$
war im Raumsechsringe der Cos.	$= \frac{1}{3}\sqrt{6} \pm \frac{2}{3}\sqrt{6}$	$\frac{1}{6}\sqrt{6} \pm \frac{2}{6}\sqrt{6}$	$\frac{1}{2}\sqrt{6} \pm \frac{2}{2}\sqrt{6}$
- - Raumachtringe - -	$= \sqrt{2} \pm 2$	$\frac{1}{2}\sqrt{2} \pm 1$	$\frac{1}{4}\sqrt{2} \pm \frac{1}{2}$
- - Raumzwölfringe - -	$= \sqrt{6} \pm 2\sqrt{2}$	$\frac{1}{2}\sqrt{6} \pm \sqrt{2}$	$\frac{1}{4}\sqrt{6} \pm \frac{1}{2}\sqrt{2}$

In den regelmäßigsten heterogenen Ringen hatte der Cosinus des Rotationswinkels folgende Werte:

4) Heterogene Ringe aus den $\angle 70^\circ \dots / 109^\circ \dots$

	$70^\circ \dots$	$109^\circ \dots$
beim Sechsring $3 \times \angle 70^\circ \dots / 109^\circ \dots$	$\frac{1}{6}\sqrt{6} \pm \frac{2}{3}\sqrt{3}$	$\frac{1}{3}\sqrt{6} \pm \frac{2}{3}\sqrt{3}$
- Achtring	$\frac{1}{2}\sqrt{2} \pm 1$	$\frac{1}{2}\sqrt{2} \pm 1$
- Zwölfring	$\frac{1}{2}\sqrt{6} \pm 2$	$\sqrt{6} \pm 2$

2) Heterogene Ringe aus den $\angle 38^\circ \dots 109^\circ \dots$

	$38^\circ \dots$	$109^\circ \dots$
beim Sechsring	$\frac{1}{2} \sqrt{6} \pm 1$	$\frac{1}{3} \sqrt{6} \pm \frac{2}{3}$
- Achtring	$\frac{1}{2} \sqrt{2} \pm \frac{1}{2} \sqrt{6}$	$\frac{1}{3} \sqrt{2} \pm \frac{1}{3} \sqrt{6}$
- Zwölfring	$\frac{1}{2} \sqrt{6} \pm 1 \cdot 3$	$\frac{1}{3} \sqrt{6} \pm \frac{2}{3} \cdot 3$

3) Heterogene Ringe aus den $\angle 38^\circ \dots 70^\circ \dots$

	$38^\circ \dots$	$70^\circ \dots$
beim Sechsring	$\frac{1}{2} \sqrt{6} \pm \frac{1}{2} \sqrt{2}$	$\frac{1}{3} \sqrt{6} \pm \frac{1}{3} \sqrt{2}$
- Achtring	$\frac{1}{2} \sqrt{2} \pm \frac{1}{2} \sqrt{3}$	$\frac{1}{3} \sqrt{2} \pm \frac{1}{3} \sqrt{3}$
- Zwölfring	$\frac{1}{2} \sqrt{6} \pm \frac{1}{2} \sqrt{6}$	$\frac{1}{3} \sqrt{6} \pm \frac{1}{3} \sqrt{6}$

Bei dem Vergleiche ergibt sich, daß das erste Glied der zweigliedrigen Ausdrücke bei den gleichen Winkeln immer gleich ist. Das zweite Glied in den Ausdrücken für die heterogenen Ringe ergibt sich aus dem zweiten Gliede der gleichen Winkel der homogenen Ringe, indem man

- 1) bei den Ringen mit $70^\circ \dots, 109^\circ \dots$ dieses für den $\angle 70^\circ \dots$ mit $\frac{1}{2} \sqrt{2}$ und für den $\angle 109^\circ \dots$ mit dessen reciproken Wert: $\frac{1}{3} \sqrt{2}$,
- 2) bei den Ringen mit $38^\circ \dots / 109^\circ \dots$ dieses für den $\angle 38^\circ \dots$ mit $\frac{1}{2} \sqrt{6}$ und für den $\angle 109^\circ \dots$ mit dessen reciproken Wert: $\frac{1}{3} \sqrt{6}$,
- 3) bei den Ringen mit $38^\circ \dots / 70^\circ \dots$ dieses für den $\angle 38^\circ \dots$ mit $\frac{1}{2} \sqrt{3}$ und für den $\angle 70^\circ \dots$ mit dessen reciproken Wert: $\frac{1}{3} \sqrt{3}$

multipliziert. Z. B. sind die Werte der Cosinus der Rotationswinkel der homogenen Zwölfringe:

$$\begin{aligned} &\text{für } \angle 109^\circ \dots \quad \sqrt{6} \pm 2\sqrt{2}, \quad \text{für } \angle 70^\circ \dots \quad \frac{1}{3}\sqrt{6} \pm \frac{1}{3}\sqrt{2}, \\ &\quad \quad \quad \text{für } \angle 38^\circ \dots \quad \frac{1}{2}\sqrt{6} \pm \frac{1}{2}\sqrt{2}, \end{aligned}$$

dann sind die Werte der Cosinus der Rotationswinkel

im heterogenen Zwölfring mit $\angle 70^\circ \dots / 109^\circ \dots$

$$\begin{aligned} &\text{für } \angle 70^\circ \dots = \frac{1}{3}\sqrt{6} \pm \sqrt{2} \cdot \sqrt{2} = \frac{1}{3}\sqrt{6} \pm 2 \\ &- \angle 109^\circ \dots = \sqrt{6} \pm 2\sqrt{2} \cdot \frac{1}{3}\sqrt{2} = \sqrt{6} \pm 2, \end{aligned}$$

im heterogenen Zwölfring mit $\angle 38^\circ \dots / 109^\circ \dots$

$$\begin{aligned} &\text{für } \angle 38^\circ \dots = \frac{1}{2}\sqrt{6} \pm \frac{1}{2}\sqrt{2} \cdot \sqrt{6} = \frac{1}{2}\sqrt{6} \pm 1 \cdot 3 \\ &- \angle 109^\circ \dots = \sqrt{6} \pm 2\sqrt{2} \cdot \frac{1}{6}\sqrt{6} = \sqrt{6} \pm \frac{2}{3} \cdot 3, \end{aligned}$$

im heterogenen Zwölfring mit $\angle 38^\circ \dots / 70^\circ \dots$

$$\begin{aligned} &\text{für } \angle 38^\circ \dots = \frac{1}{2}\sqrt{6} \pm \frac{1}{2}\sqrt{2} \cdot \sqrt{3} = \frac{1}{2}\sqrt{6} \pm \frac{1}{2} \cdot 6 \\ &- \angle 70^\circ \dots = \frac{1}{2}\sqrt{6} \pm \sqrt{2} \cdot \frac{1}{3}\sqrt{3} = \frac{1}{2}\sqrt{6} \pm \frac{1}{3}\sqrt{6}. \end{aligned}$$

Die Werte der Cosinus der Rotationswinkel der heterogenen Vierringe ergeben sich in gleicher Weise aus den Werten der Cosinus der Rotationswinkel der homogenen Ringe, wenn man den Wert für den imaginären

homogenen Raumvierring mit $\angle 109^\circ \dots$ berücksichtigt. Dieser ergibt sich aus der allgemeinen Form:

$$\cos \alpha = \pm \sqrt{2 \frac{2 - \sqrt{x}}{2 + \sqrt{x}}} \text{ für } x = 0, \quad \cos_4 \alpha = \pm \sqrt{2}.$$

II. Wenn wir die Cosinus der Rotationswinkel der heterogenen Ringe aus den Werten der homogenen Ringe entwickeln konnten, so ist damit auch eine Beziehung der Werte für die gleichwinkligen heterogenen Ringe mit verschiedener Gliederzahl begründet, vermittels der Beziehung der Werte für die Cosinus der Rotationswinkel der homogenen Ringe mit verschiedener Gliederzahl. Aber es lassen sich auch noch die Werte der Cosinus der Rotationswinkel der heterogenen gleichwinkligen Ringe aus denen der nächst niederen ableiten. Aus den Werten der Cosinus der Rotationswinkel der heterogenen Sechsringe gehen die Werte der gleichwinkligen Achtringe hervor, wenn man das erste Glied der zweigliedrigen Ausdrücke mit $\sqrt{3}$, das letzte Glied mit $\frac{1}{3}\sqrt{6}$ multipliziert; durch Multiplication des ersten Gliedes der Ausdrücke für die Achtringe mit $\sqrt{3}$ und des zweiten Gliedes mit $\sqrt{2}$ gehen aus diesen dann die Werte für die Zwölfringe hervor, z. B.

Für den Sechsring $3 \times 70^\circ \dots / 109^\circ \dots$ haben wir für

$$\angle 70^\circ \dots \frac{1}{6}\sqrt{6} \pm \frac{2}{3}\sqrt{3} \quad \text{und für} \quad \angle 109^\circ \dots \frac{1}{3}\sqrt{6} \pm \frac{2}{3}\sqrt{3};$$

dann sind für den Achtring $4 \times 70^\circ \dots / 109^\circ \dots$ die Werte

$$\text{für } \angle 70^\circ \dots \frac{1}{6}\sqrt{6} \cdot \sqrt{3} \pm \frac{2}{3}\sqrt{3} \cdot \frac{1}{3}\sqrt{6} = \frac{1}{3}\sqrt{2} \pm \sqrt{2}$$

$$- \angle 109^\circ \dots \frac{1}{3}\sqrt{6} \cdot \sqrt{3} \pm \frac{2}{3}\sqrt{3} \cdot \frac{1}{3}\sqrt{6} = \sqrt{2} \pm \sqrt{2}$$

und aus diesen ergeben sich für den Zwölfring $6 \times 70^\circ \dots / 109^\circ \dots$ die Werte

$$\text{für } \angle 70^\circ \dots \frac{1}{3}\sqrt{2} \cdot \sqrt{3} \pm \sqrt{2} \cdot \sqrt{2} = \frac{1}{3}\sqrt{6} \pm 2$$

$$- \angle 109^\circ \dots \sqrt{2} \cdot \sqrt{3} \pm \sqrt{2} \cdot \sqrt{2} = \sqrt{6} \pm 2.$$

Es würde zu weit führen, noch näher auf die mathematischen Beziehungen dieser Werte für die Cosinus der Rotationswinkel hier einzugehen. Von größerem Interesse sind die Werte, die die heterogenen Ringe mit den homogenen Ringen gemeinsam haben, einerlei ob diese dasselbe oder entgegengesetztes Vorzeichen haben. Ist dadurch doch die Möglichkeit gegeben, zwei oder mehrere verschiedene Ringe zu combinieren, so daß man die Systeme unendlich ausdehnen kann.

Auf beigegebenen Taf. XII und XIII sind wieder die charakteristischsten Ringe abgebildet; doch ersetzen diese Abbildungen die Modelle in nur unvollkommener Weise, weshalb es sich empfehlen dürfte, die hier mathematisch in knappster Form entwickelten Verhältnisse an den Modellen selbst sich vor Augen zu führen.

Anmerk. Auf dem diagonal durchbohrten Hexaëder und dessen Umformungen z. B. Kugel ruht Musterschutz. Ich bin gern bereit ev. Bezug zu vermitteln.

XXIII. Krystallographische Verhältnisse des Acetamid, Acetanilid und ihrer Homologen.

Von

E. Kahrs in Bredeneu-Essen (Ruhr).

(Hierzu Taf. XIV und 18 Textfiguren.)

Einleitung.

Zweck der nachfolgenden Arbeit sollte es sein, an einer Reihe von Homologen die durch den Eintritt einer (CH_3)-Gruppe in das Molekül bedingten Änderungen der krystallographisch-physikalischen Verhältnisse zu studieren. Am geeignetsten erschienen hierfür die Amide der Fettsäuren, bei denen die Vermehrung des chemischen Moleküls um ein (CH_3) schon eine wesentliche Vergrößerung desselben bedeutet und dementsprechend auch eine weitergehende Abweichung im Krystallbau bewirken mußte, als z. B. bei der entsprechenden Homologenreihe der Fettsäure-Anilide mit viel größerem Molekül, die ebenfalls in den Kreis der Untersuchung gezogen wurden.

Von Interesse war es auch zu erfahren, in welchen Beziehungen die Schmelzpunkte der Amide, die bekanntlich keine regelmäßige Reihe bilden, zum Krystallmolekül stehen.

	Acetamid:	Propionamid:	n-Butyramid:	n-Valeramid:	n-Capronamid:
Schmelzp.	82°—83°	79°	115°	114°—116°	100°

Obige in der chemischen Literatur angegebenen Werte der Schmelzpunkte wurden zum Teil kontrolliert und zwar mittels eines Thermoëlementes mit Spiegelablesung, wobei ziemlich genaue Resultate erzielt wurden.

Ein Teil der Substanzen war vor einigen Jahren von Herrn Dr. Fehr in Basel hergestellt und mußte nur umkrystallisiert werden. Die beiden Präparate der Butyramide stammten aus dem Laboratorium des Herrn Prof. Dr. Thiele (damals in München). Doch wurden alle untersuchten Amide und Anilide, bis auf das Acetamid und Formanilid, welche beide im Handel

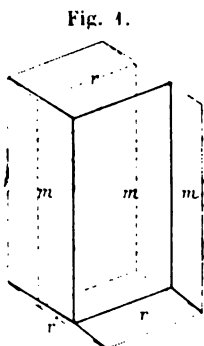
leicht zu haben sind, nochmals im Verlaufe der Arbeit vom Verfasser selbst dargestellt, nämlich die Amide durch 5—6ständiges Erhitzen der entsprechenden Ammoniumsalze im Druckrohre auf 230° und die Anilide durch 8—10ständiges Kochen der betreffenden Fettsäure mit Anilin am Rückflußkühler. Die erhaltenen Amide waren meist in dem beim Prozesse gebildeten Wasser gelöst und konnten quantitativ aus diesem nur durch Verdunstenlassen desselben im luftleeren Raume erhalten werden.

Die Anilide dagegen krystallisierten sofort aus der Lösung. Zu ihrer Reinigung erwies sich mehrmaliges Umkrystallisieren aus Benzol als sehr geeignet. Man erhält beim schnellen Verdunsten des Benzols meist winzige, glashelle Nadelchen.

Im allgemeinen krystallisierten die Anilide weit leichter und besser als die entsprechenden Amide.

Beschreibung der einzelnen Amide und Anilide.

Acetamid $\text{CH}_3\text{CO.NH}_2$.



Aus gesättigter alkoholischer Lösung scheidet sich das Acetamid nach Zusatz von Äther im Verlaufe einiger Wochen in großen, glashellen, hexagonalen Prismen ab, die meist nach einer Prismenfläche etwas abgeplattet sind. Neben dem Prisma $m\{10\bar{1}\}$ findet sich stets das Rhomboëder $r\{100\}$ mit gut ausgebildeten Flächen, welche wie die des Prismas brauchbare Reflexe geben.

Andeutungsweise läßt sich, wenn auch selten, $s\{110\}$ nachweisen.

Krystallsystem: Ditrigonal skalenoëdrisch.

$$a : c = 4 : 0,59159$$

$$a : c = 4 : 0,58865 \text{ (Bodewig, diese Zeitschr. 5, 554).}$$

Beobachtete Formen: $m\{10\bar{1}\}$, $r\{100\}$, $s\{110\}$.

Erhaltene Winkelmessungen:

	Winkel:	Beobachtet:	Berechnet:	(Bodewig):
$mm = (10\bar{1}) : (1\bar{1}0)$	$= 60^{\circ} 0'$	$60^{\circ} 0'$	$60^{\circ} 0'$	$60^{\circ} 0'$
$mr = (10\bar{1}) : (100)$	$*60^{\circ} 45,5$	—	—	$60^{\circ} 53$
$rr = (100) : (010)$	$58^{\circ} 28$	$58^{\circ} 29$	$58^{\circ} 29$	$58^{\circ} 45,5$

Die sehr spröden und stark hygroskopischen Krystalle haben keine ausgeprägte Spaltbarkeit.

Der Schmelzpunkt wurde sorgfältig mittels eines Thermoëlementes bestimmt und zu $81,5^{\circ}$ — 82° gefunden. Hofmann (Ber. d. d. chem. Ges. 14, 2729) gibt den Wert 82° — 83° an.

Das spezifische Gewicht wurde mit Hilfe schwerer Flüssigkeiten nach dem Schwebeverfahren zu $s = 1,139$ ermittelt. Mendius beobachtete früher $s = 1,13$ — $1,11$ und Schröder (Ber. d. d. chem. Ges. 12, 562) $s = 1,159$.

Zur Berechnung der topischen Axen wurde nicht die von Mez und Kraus angegebene Formel für trigonale Krystalle benutzt, sondern eine aus dieser ableitbare Formel:

$$\chi = \psi = \omega = \operatorname{tg}\left(\frac{A}{2}\right) \cdot \sqrt[3]{\frac{2V}{\operatorname{tg}^2\left(\frac{A}{2}\right) - 1}},$$

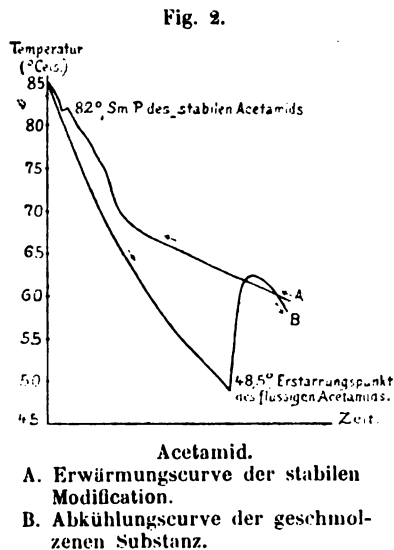
in welcher A der innere Kantenwinkel des Grundrhomboëders und V = Molekulargewicht durch spezifisches Gewicht ist. Es ergab sich:

$$V = 54,669 \quad \text{und} \\ \chi = \psi = \omega = 6,4544.$$

Labile Modification des Acetamids.

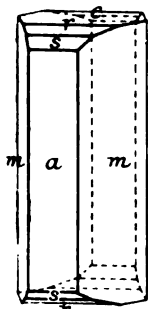
Bei Revision des Schmelzpunktes von Acetamid fiel die enorme Differenz zwischen Erstarrungspunkt und Schmelzpunkt auf. Schon Hofmann (ebenda 14, 2729) erwähnt diese merkwürdige Erscheinung und vermutet den Erstarrungspunkt bei ca. 50° . Genauere Messungen mit dem Thermoëlement ergaben die Zahl $48,5^\circ$ (s. Fig. 2). Warf man jedoch in das geschmolzene Acetamid ein Partikelchen der krystallisierten Substanz, so erstarrte es bei jeder unter dem Schmelzpunkte gelegenen Temperatur. Kühlt sich dagegen das geschmolzene Acetamid ungestört ab, so erstarrte es regelmäßig bei $48,5^\circ$. Die so erhaltene Krystallmasse besteht nicht aus der oben beschriebenen rhomboëdrischen Form, sondern repräsentiert eine labile, rhombische Modification (s. Taf. XIV, Fig. 1), welche sich bei geringem Drucke oder bei Berührung mit der stabilen Form sofort unter bedeutender Erwärmung, deutlich sichtbar, in die stabile, rhomboëdrische umwandelt (s. Taf. XIV, Fig. 2). Nur mit viel Mühe und unter Anwendung großer Substanzmengen konnten einigermaßen meßbare Krystalle der labilen Form aus dem Schmelzflusse erhalten werden.

Die labilen Krystalle sind anfangs durchsichtig, werden aber sofort infolge



der inneren Umwandlung trüb und zerbrechlich. Dieser Umstand sowie die stark hygroskopische Beschaffenheit erschweren die Messungen außerordentlich.

Fig. 3.



Die Reflexe der Krystallflächen sind sehr schlecht. Die Krystalle sind prismatisch nach der c -Axe, dabei zuweilen etwas nach dem vorderen Pinakoid $a\{100\}$ abgeplattet. Dieses und ein Prisma $m\{110\}$ sind die vorherrschenden Formen. Nur selten werden die kleinen Domen $r\{101\}$ und $s\{204\}$, sowie die Basis $c\{001\}$ beobachtet.

Krystallsystem: Rhombisch bipyramidal (?).

$$a : b : c = 2,49 : 1 : 0,46.$$

Beobachtete Formen: $a\{100\}$, $c\{001\}$, $m\{110\}$, $r\{101\}$, $s\{204\}$.

Erhaltene Winkelmessungen:

	Winkel:	Beobachtet:	Berechnet:
am	$= (100):(110)$	$= 68^\circ 8'$	—
ar	$= (100):(101)$	$= 79^\circ 28'$	—
as	$= (100):(204)$	$69^\circ 46'$	$69^\circ 36'$
mr	$= (110):(101)$	$86^\circ 30'$ appr.	$86^\circ 6'$
ac	$= (100):(001)$	$90^\circ 10'$	$90^\circ 0'$

Nach dem vorderen Pinakoid herrscht gute Spaltbarkeit. Auf diesem scheint auch die stumpfe Bisectrix senkrecht zu stehen. Ebene der optischen Axen ist $b(010)$. Das spezifische Gewicht wurde kleiner als das der stabilen Form gefunden, nämlich zu $s = 1,095$, ein Wert, welcher dem von Mendius (s. oben) erhaltenen sehr nahe kommt, so daß wohl anzunehmen ist, dieser habe mit aus dem Schmelzflusse erhaltenem Acetamid gearbeitet.

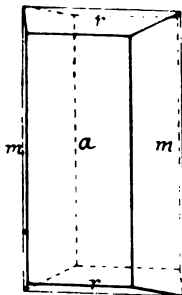
Aus dem spezifischen Gewichte ergibt sich das Molekularvolumen $V = 53,745$ und die topischen Axen:

$$\chi = 8,964$$

$$\psi = 3,596$$

$$\omega = 1,667$$

Fig. 4.



Propionamid $\text{CH}_3.\text{CH}_2.\text{CO}.\text{NH}_2$.

Man erhält das Propionamid aus der Mutterlauge, wie aus Benzol in dünnen, glashellen, nach der c -Axe langgestreckten Täfelchen, welche sehr biegsam sind und, wenn auch weit langsamer als Acetamid, an der Luft zerfließen. Neben dem tafeligen Pinakoid $a\{100\}$ finden sich stets, aber nur schmal ausgebildet das Prisma $m\{110\}$ und das Doma $r\{101\}$. Letztere zwei Formen reflectieren nur mäßig, während die Pinakoidflächen bessere Bilder geben. Ganz vereinzelt finden sich $n\{120\}$ und $b\{010\}$.

Krystalssystem: Rhombisch bipyramidal.

$$a : b : c = 1,428 : 1 : 0,268.$$

Beobachtete Formen: $a\{100\}$, $m\{110\}$, $r\{101\}$, $n\{120\}$, $b\{010\}$.

Erhaltene Winkelmessungen:

	Winkel:	Beobachtet:	Berechnet:
$am = \{100\} : \{110\}$		$55^\circ 0'$	—
$ar = \{100\} : \{101\}$		$79^\circ 22'$	—
$mr = \{110\} : \{101\}$		$83^\circ 56'$	$83^\circ 55\frac{1}{2}'$
$an = \{100\} : \{120\}$		74°	appr. $70^\circ 42'$

Das spezifische Gewicht der Propionamidkrystalle wurde als $s = 1,042$ bestimmt. Schröder (Ber. d. d. chem. Ges. 12, 562) fand $s = 1,037 - 1,030$, also im Mittel: $s = 1,0335$. Das Molekularvolum berechnet sich zu $V = 69,884$ und ferner die topischen Axen zu:

$$\begin{aligned}\chi &= 8,101 \\ \psi &= 5,672 \\ \omega &= 1,521.\end{aligned}$$

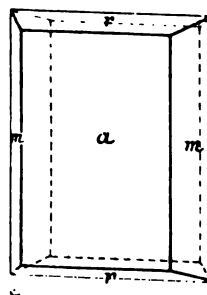
Nach dem vorderen Pinakoid $a\{100\}$ herrscht sehr gute Spaltbarkeit.

Ebene der optischen Axen ist das seitliche Pinakoid $b\{010\}$. Auf a steht die stumpfe Bisectrix senkrecht.

Normal-Butyramid $\text{CH}_3 \cdot \text{CH}_2 \cdot \text{CH}_2 \cdot \text{CO} \cdot \text{NH}_2$.

Die aus Benzol erhaltenen Krystalle des normalen Butyramids ähneln im ganzen Habitus sehr denen des Propionamids. Sie sind durchsichtige, biegsame, nach der c -Axe prismatisch gestreckte Blättchen, bei welchen vorherrschende Form das tafelige vordere Pinakoid $a\{100\}$ ist. Dieses gibt gute Reflexe. Weniger gut sind die des klein ausgebildeten Domas $r\{101\}$, und noch schlechtere Bilder geben die schmalen, stark längsgestreiften Flächen des Prismas $m\{110\}$. Ganz untergeordnet und nur vereinzelt tritt die Basis $c\{001\}$ und ein zweites Prisma $n\{210\}$ auf.

Fig. 5.



Krystalssystem: Rhombisch bipyramidal.

$$a : b : c = 1,7420 : 1 : 0,5124.$$

Beobachtete Formen: $a\{100\}$, $c\{001\}$, $r\{101\}$, $m\{110\}$, $n\{210\}$.

Erhaltene Winkelmessungen:

	Winkel:	Beobachtet:	Berechnet:
$ac = \{100\} : \{001\}$		$90^\circ 0'$	$90^\circ 0'$
$am = \{100\} : \{110\}$		$60^\circ 8,5'$	—
$ar = \{100\} : \{101\}$		$73^\circ 36,5'$	—
$mr = \{110\} : \{101\}$		$81^\circ 55'$	$81^\circ 55,5'$
$an = \{100\} : \{210\}$		$40^\circ 3'$	appr. $40^\circ 24'$

Das spezifische Gewicht wurde zu $s = 1,032$ gefunden. Daraus ergibt sich das Molekularvolum $V = 84,098$ und die topischen Axen:

$$\chi = 7,9266$$

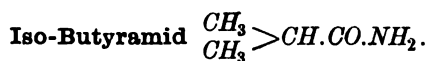
$$\psi = 4,5503$$

$$\omega = 2,3317.$$

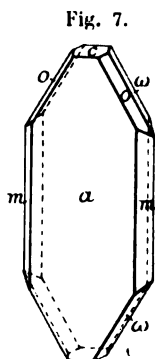
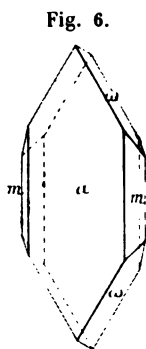
Der Schmelzpunkt wurde mehrfach bei 115° gefunden, welche Zahl auch Chancel (Ann. d. Chemie 52, 294) angibt.

Die Krystalle zeigen vollkommene Spaltbarkeit nach dem vorderen Pinakoid.

Auf diesem steht die stumpfe Bisectrix senkrecht. Ebene der optischen Axen ist $b(010)$.



Aus Ather, Benzol, sowie Chloroform krystallisiert dieses Amid in dünnen, kaum meßbaren Blättchen, während aus alkoholischer Lösung etwas compactere, monokline Krystalle erhalten werden. Dieselben sind durchsichtig, farblos, sehr biegsam und nach dem bei weitem vorherr-



scheidenden vorderen Pinakoid tafelig ausgebildet, dabei nach der Verticalaxe prismatisch gestreckt (s. Fig. 6). Die Reflexe der Querflächen $a\{100\}$ sind gut; schlecht dagegen diejenigen der zwar nur klein entwickelten, aber nie fehlenden Pyramide $\omega\{11\bar{1}\}$, welche die Krystalle in der Richtung der c -Axe zuspitzt. Stets vorhanden sind auch die kleinen, mäßig reflectierenden Flächen des Prismas $m\{210\}$, zu dem sich bei Krystallen aus Chloroform noch andeutungsweise die Form

$n\{810\}$ gesellt. Nicht immer treten endlich die leidliche Bilder gebenden kleinen Flächen der Pyramide $o\{111\}$ sowie der Basis $c\{001\}$ auf (s. Fig. 7).

Krystallsystem: Monoklin prismatisch.

$$a : b : c = 3,7334 : 1 : 1,6213; \beta = 99^\circ 3'.$$

Beobachtete Formen: $a\{100\}$, $c\{001\}$, $m\{210\}$, $n\{810\}$, $o\{111\}$, $\omega\{11\bar{1}\}$.

Erhaltene Winkelmessungen:

	Winkel:	Beobachtet:	Berechnet:
ac	$= (100) : (001)$	$= 80^\circ 50'$	$80^\circ 57'$
am	$= (100) : (210)$	58 51	59 1
ao	$= (100) : (111)$	*71 46	—
$a\omega$	$= (\bar{1}00) : (\bar{1}11)$	*80 45	—
oo	$= (111) : (1\bar{1}1)$	107 47	107 25

	Winkel:	Beobachtet:	Berechnet:
$\omega\omega = (\bar{1}\bar{1}1) : (\bar{1}\bar{1}1) =$	$*111^{\circ} 2'$	—	—
$m\omega = (210) : (\bar{1}\bar{1}1)$	54 44	50° 48'	
$m\omega = (\bar{2}10) : (\bar{1}\bar{1}1)$	36 25	36 16	

Das spezifische Gewicht der Krystalle wurde als $s = 1,013$ ermittelt, woraus sich das Molekularvolum $V = 85,676$ ergibt.

Die Werte der topischen Axen sind dann:

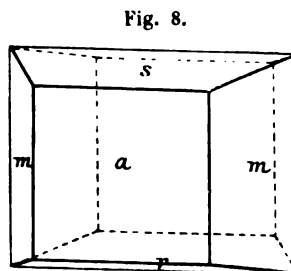
$$\begin{aligned}\chi &= 8,476 \\ \psi &= 2,543 \\ \omega &= 4,074.\end{aligned}$$

Die Krystalle spalten gut nach dem vorderen Pinakoid, weniger deutlich nach der Basis, sowie wahrscheinlich nach der Pyramide ω . Ebene der optischen Axen ist die Symmetrieebene. Auf $a(100)$ wird eine gegen den Winkel $(\bar{1}\bar{1}\bar{1}) : (11\bar{1})$ geneigte Bisectrix sichtbar.

Normal-Valeramid $\text{CH}_3 \cdot \text{CH}_2 \cdot \text{CH}_2 \cdot \text{CH}_2 \cdot \text{CO} \cdot \text{NH}_2$.

Sowohl aus der Mutterlauge wie auch aus alkoholischer Lösung erhält man das normale Valeramid in schwach dicktafligen, monoklinen Krystallen.

Dieselben sind biegsam und in reinem Zustande wie alle Amide der Fettsäuren durchsichtig. Tafelfläche ist das vordere Pinakoid $a\{100\}$ mit brauchbaren Reflexen. Untergeordnet, doch stets vorhanden sind die Querdome $s\{101\}$ und $r\{\bar{1}01\}$, beide mit leidlich reflectierenden Flächen, sowie das Prisma $m\{110\}$. Letzteres ist meist gestreift und spiegelt daher weniger gut. Vereinzelt tritt noch ein klein ausgebildetes Prisma $n\{210\}$ auf.



Krystallsystem: Monoklin prismatisch.

$$a : b : c = 1,7663 : 1 : 0,3965; \quad \beta = 92^{\circ} 8'.$$

Beobachtete Formen: $a\{100\}$, $s\{101\}$, $r\{\bar{1}01\}$, $m\{110\}$, selten $n\{210\}$.

Erhaltene Winkelmessungen:

	Winkel:	Beobachtet:	Berechnet:
$am = (100) : (110) =$	$*60^{\circ} 28'$	—	—
$as = (100) : (101)$	$*75 20$	—	—
$ar = (100) : (10\bar{1})$	$*79 23$	—	—
$sr = (101) : (\bar{1}01)$	25 24	25° 47'	
$ms = (110) : (101)$	83 2 appr.	82 50	
$mr = (110) : (10\bar{1})$	84 50,5	84 47,5	
$an = (100) : (210)$	42 0 appr.	41 26	

Das spezifische Gewicht ergab sich zu $s = 1,023$. Daraus berechnet sich das Molekularvolum $V = 98,494$ und die topischen Axen:

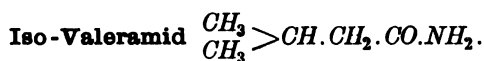
$$\chi = 9,1878$$

$$\psi = 5,2016$$

$$\omega = 2,0624.$$

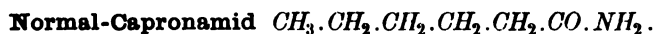
Die gemessenen Krystalle zeigen gute Spaltbarkeit nach dem vorderen Pinakoid.

Auf diesem steht eine Bisectrix schwach nach $r(10\bar{1})$ geneigt. Ebene der optischen Axen ist die Symmetrieebene.



Aus Alkohol krystallisiert Iso-Valeramid in dünntafligen, durchsichtigen, biegsamen, vermutlich monoklinen Blättchen, welche gut nach der Tafel-ebene $a\{100\}$ spalten. Auf dieser wird eine schief zu ihr stehende Bisectrix sichtbar. Beobachtet wurde ein Prisma m mit dem Winkel $am = 60^\circ$ ca. und ein Orthodoma r mit dem Winkel $ar = 78^\circ$ ca.

Das spezifische Gewicht der Blättchen wurde zu $s = 0,965$ gefunden, woraus das Molekularvolum $V = 104,44$ resultiert.



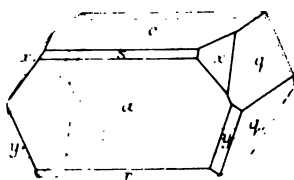
Aus alkoholischer Lösung erhält man Krystalle von dünntafligem Habitus. Dieselben sind durchsichtig, biegsam und spalten vollkommen nach der Tafelfläche. Auf dieser steht eine Bisectrix senkrecht (oder doch nahezu). Je einmal beobachtet wurde ein Prisma m , das mit der Spaltungsfläche a einen Winkel von etwa 64° einschließt, desgleichen ein Doma parallel der b -Axe mit einem Winkel von ca. 49° gegen die Spaltungsfläche a .

Das spezifische Gewicht wurde als $s = 0,999$ ermittelt. Das Molekularvolum beträgt mithin $V = 114,84$.

Genauere Messungen der beiden letztgenannten Amide waren leider wegen ihrer dünntafligen Ausbildung bisher nicht möglich.



Fig. 9.



Aus einem Gemenge von Äther und Petrol-äther, in welchem letzterem Formanilid schwerer löslich ist, wurde dieses in farblosen, durchsichtigen, monoklinen Krystallen erhalten.

Dieselben sind immer nach der b -Axe prismatisch gestreckt. Als Hauptformen treten auf die beiden Pinakoide $a\{100\}$ und $c\{001\}$, welche sehr gute Reflexe geben. Weniger groß entwickelt, aber doch auch gut reflectierend, sind die Flächen des Domas $s\{101\}$, des Klinodomas $q\{011\}$

und der Pyramide $x\{112\}$. Von diesen Formen fehlt nur s zuweilen. Seltener werden das Doma $r\{\bar{1}01\}$ und die Pyramide $y\{\bar{2}11\}$ beobachtet. Ihre Flächen sind klein und geben mäßig brauchbare Signale.

Krystalssystem: Monoklin prismatisch.

$$a : b : c = 4,6202 : 1 : 2,3906; \quad \beta = 95^\circ 48'.$$

Beobachtete Formen: $a\{100\}$, $c\{001\}$, $s\{101\}$, $r\{\bar{1}01\}$, $q\{011\}$, $x\{112\}$, $y\{\bar{2}11\}$. Erhaltene Winkelmessungen:

Winkel:	Beobachtet:	Berechnet:
$ac = (100) : (001) =$	$84^\circ 42'$	—
$cs = (001) : (101)$	$26^\circ 41'$	—
$as = (100) : (101)$	$58^\circ 29'$	$58^\circ 34'$
$ar = (100) : (10\bar{1})$	$66^\circ 46,5'$	$66^\circ 53'$
$cr = (001) : (\bar{1}01)$	$28^\circ 27,5'$	$28^\circ 25'$
$cq = (001) : (011)$	$67^\circ 43'$	—
$aq = (100) : (011)$	$87^\circ 49'$	$87^\circ 57'$
$sq = (101) : (011)$	$69^\circ 42,5'$	$69^\circ 40'$
$rq = (\bar{1}01) : (011)$	$70^\circ 5'$	$70^\circ 5'$
$xx = (112) : (1\bar{1}2)$	$96^\circ 54'$	$96^\circ 54'$
$cx = (001) : (112)$	$49^\circ 59'$	$49^\circ 56,5'$
$ax = (100) : (112)$	$77^\circ 42,5'$	$77^\circ 45'$
$sx = (101) : (112)$	$49^\circ 36'$	$49^\circ 32,5'$
$ay = (100) : (\bar{2}1\bar{1})$	$70^\circ 8,5'$	$69^\circ 56,5'$
$cy = (001) : (\bar{2}11)$	$70^\circ 44'$	$70^\circ 46,5'$
$qy = (011) : (\bar{2}11)$	$22^\circ 3,5'$	$22^\circ 6,5'$
$qy = (011) : (21\bar{1})$	$47^\circ 45'$	$47^\circ 49,5'$

Das spezifische Gewicht der Formanilidkrystalle wurde zu $s = 1,239$ gefunden.

Daraus berechnet sich das Molekularvolum $V = 97,418$ und die topischen Axen:

$$\chi = 9,5596$$

$$\psi = 2,0694$$

$$\omega = 4,9463.$$

Nach $c\{001\}$ findet sich vollkommene Spaltbarkeit, fast gleich gute nach $a\{100\}$.

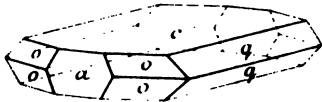
Die optische Axenebene fällt mit der Symmetrieebene zusammen. Auf beiden Pinakoiden wird je eine geneigte Bisectrix sichtbar. Der Winkel der optischen Axen ist nahezu 90° .



Das Acetanilid krystallisiert aus alkoholischer Lösung in großen durchsichtigen rhombischen Krystallen. Dieselben sind nach der Basis $c\{001\}$

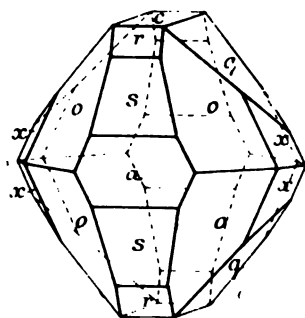
taflig ausgebildet und oft nach der b -Axe etwas prismatisch (s. Fig. 10). Neben der Basis treten noch folgende nie fehlende Formen auf: das Pina-

Fig. 10.



koid $a\{100\}$, das Doma $q\{042\}$ und die Pyramide $o\{111\}$. Dieselben sind meist an Größe der Ausbildung einander gleichwertig.

Fig. 11.



Krystalle von ganz anderem, sehr mannigfachem Habitus wurden aus Benzol erhalten (Figg. 11—14). Dieselben stimmen jedoch in bezug auf Axenverhältnisse, Spaltbarkeit und optische Eigenschaften völlig mit denen aus alkoholischer Lösung überein. Die Krystalle sind vorwiegend taflig nach $a\{100\}$ und dabei in der Richtung der c -Axe pyramidal zugespitzt oder seltener etwas nach der b -Axe gestreckt. Weniger häufig ist dicktaflige Ausbildung nach der Basis $c\{004\}$. Die beiden Pinakoide treten selten in gleicher Größe entwickelt auf; meist überwiegt das eine das andere sehr bedeu-

tend. Die Pyramide $o\{111\}$ kann fehlen oder aber gut ausgebildet sein. Die Zone der b -Axe ist um vier Domen bereichert. Von diesen fehlen $s\{201\}$ und $r\{101\}$ nie; oft herrschen sie vor. Seltener und nur mit kleinen Flächen finden sich $t\{203\}$ und $u\{102\}$. Fast immer vorhanden

Fig. 12.

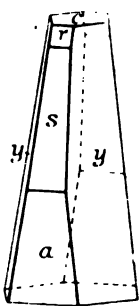


Fig. 13.

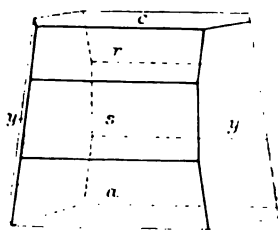
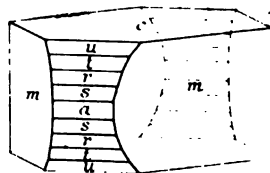


Fig. 14.



ist eine nach der c -Axe sehr spitze Pyramide $y\{141\}$ oder $\{131\}$. Dieselbe hat sehr starke Combinationsstreifung nach den Flächen der primären Pyramide $o\{111\}$, so daß von ihr nur schlechte Reflexe erzielt wurden und ihre Indices infolgedessen nicht genau zu ermitteln waren. Nur je einmal beobachtet wurden das Prisma $m\{120\}$, die Pyramide $x\{122\}$ und das Doma $q\{012\}$. Mit Ausnahme der klein ausgebildeten Flächen gaben sonst alle übrigen gute Reflexe.

Krystalssystem: Rhombisch bipyramidal.

$$a : b : c = 0,8421 : 1 : 2,0671$$

(0,8488 : 1 : 2,0670) Bücking (diese Zeitschr. 1, 304).

Beobachtete Formen: $a\{100\}$, $c\{001\}$, $s\{201\}$, $r\{101\}$, $t\{203\}$, $u\{102\}$, $q\{012\}$, $m\{120\}$, $o\{111\}$, $x\{122\}$, $y\{111\}$ oder $\{131\}$.

Erhaltene Winkelmessungen:

	Winkel:	Beobachtet:	Berechnet:	(Bücking):
ac	$= (100) : (001)$	$= 90^\circ 0'$	—	$90^\circ 0'$
as	$= (100) : (201)$	44 32,5	44 34'	—
ar	$= (100) : (101)$	22 44	22 40	—
at	$= (100) : (203)$	34 21,5	34 25,5	—
au	$= (100) : (102)$	39 33,5	39 40,5	—
am	$= (100) : (120)$	59 49,5	59 48	—
cq	$= (001) : (012)$	45 56	45 56,5	45 57'
ao	$= (100) : (111)$	*43 5,5	—	43 49
co	$= (001) : (111)$	*72 44,5	—	72 37
qo	$= (012) : (111)$	49 35	49 33	49 20
so	$= (201) : (111)$	49 3	48 59,5	—
ax	$= (100) : (122)$	61 30 appr.	61 53,5	—
cx	$= (001) : (122)$	67 44 -	67 25	—

Das spezifische Gewicht wurde zu $s = 1,219$ bestimmt, während Schröder (Ber. d. d. chem. Ges. 12, 1613) dafür die Werte 1,216—1,205, also im Mittel $s = 1,2105$, angibt. Das Molekularvolumen ergibt sich als $V = 110,48$; die topischen Axen sind:

$$\chi = 3,3590$$

$$\psi = 3,9890$$

$$\omega = 8,2454.$$

Nach der Basis herrscht vollkommene Spaltbarkeit, etwas weniger deutliche nach dem vorderen Pinakoid.

Die Ebene der optischen Axen ist parallel zum Pinakoid $b\{010\}$. Auf der Basis steht die spitze Bisectrix des optischen Axenwinkels senkrecht. Letzterer ist angenähert $= 90^\circ$.

Acetanilid existiert noch in einer zweiten, labilen Modification, wie O. Lehmann 1885 nachwies. Es gelang nicht, dieselbe aus dem Schmelzflusse oder heißen Lösungen in meßbaren Krystallen zu erhalten.

Propionanilid $CH_3.CH_2.CO.NH.C_6H_5$.

Dieses Anilid krystallisiert aus wässrig-alkoholischer Lösung, Benzol, Äther, Alkohol usw. stets in sehr kleinen dünnblättrigen Krystallen, welche keine genauen Messungen zulassen. Dieselben scheinen vollkommen nach

der Tafelfläche $c\{001\}$ zu spalten, undeutlich dagegen nach einer zu dieser senkrechten Fläche der sehr kleinen Form $a\{100\}$. Zu beobachten ist noch andeutungsweise eine Pyramide $o\{111\}$, welche mit der Basis einen Winkel von ca. 70° — 71° bildet (ca. $72\frac{1}{2}^\circ$ beim Acetanilid).

Die Ebene der optischen Axen steht senkrecht zur Kante $a:c$. Die Krystalle sind wohl rhombisch oder schwach monoklin.

Das spezifische Gewicht wurde zu $s = 1,175$ ermittelt, woraus sich ein Molekularvolum $V = 126,50$ berechnet.

Normal-Butyranilid $\text{CH}_3 \cdot \text{CH}_2 \cdot \text{CH}_2 \cdot \text{CO} \cdot \text{NH} \cdot \text{C}_6\text{H}_5$.

Sowohl aus alkoholischer Lösung wie aus Benzol, Äther usw. wird das normale Butyranilid stets in Krystallen von tetragonalem Habitus erhalten, welche meist nach der leidlich spiegelnden Basis $c\{001\}$ dicktaflig ausgebildet sind (Fig. 15). Oft wird letztere jedoch ganz verdrängt, indem die

Fig. 15.

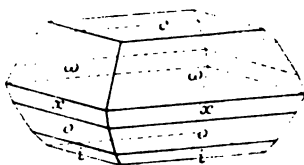
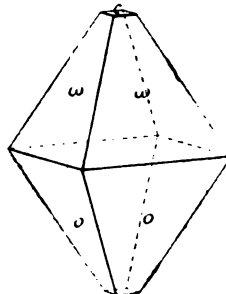


Fig. 16.



beiden Pyramiden $\omega\{111\}$ und $o\{\bar{1}\bar{1}\bar{1}\}$ vorherrschen (Fig. 16), so besonders bei größeren aus Äther gezogenen Krystallen. Nicht selten finden sich außerdem, wenn auch nicht immer groß ausgebildet, die Pyramiden $i\{\bar{1}\bar{1}2\}$ und $x\{221\}$. Fast stets sind die Krystalle vom normalen Butyranilid lamellar aufgebaut aus Zwillingen nach dem Gesetze: Zwillingsenebene ist die Basis. Infolgedessen können die Flächen von $o\{\bar{1}\bar{1}\bar{1}\}$ achtmal am Krystall auftreten, durch welchen Umstand Bücking (diese Zeitschr. 17, 391) veranlaßt wurde, n-Butyranilid für tetragonal zu halten.

Die Verzwillingung bewirkt ein oscillatorisches Abwechseln der o - und ω -Flächen, die infolgedessen ganze Reihen von Reflexen geben, deren Zusammengehörigkeit oft nicht leicht zu ermitteln ist.

Zwillingsbildungen nach einem Prisma $\{110\}$ werden auch oft beobachtet und erschweren dann die Messungen noch mehr.

Krystallsystem: Monoklin prismatisch.

$$a:b:c = 1,0041:1:1,4177; \beta = 91^\circ 59,5'.$$

Beobachtete Formen: $c\{001\}$, $\omega\{111\}$, $o\{\bar{1}\bar{1}\bar{1}\}$, $i\{\bar{1}\bar{1}2\}$, $x\{221\}$.

Erhaltene Winkelwerte:

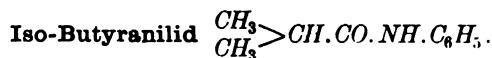
	Winkel:	Beobachtet:	Berechnet:
$c\omega$	$= (001):(111) =$	$*62^{\circ}19'$	—
co	$= (001):(\bar{1}11)$	$*64\ 34$	—
oo	$= (\bar{1}11):(\bar{1}\bar{1}1)$	$*79\ 34$	—
$\omega\omega$	$= (111):(1\bar{1}1)$	$77\ 43$	$77^{\circ}43'$
ci	$= (001):(\bar{1}12)$	$46\ 0\ \text{appr.}$	$45\ 42,5$
cx	$= (001):(\bar{2}21)$	$77\ 0\ -$	$77\ 47,5$

Das spezifische Gewicht der Krystalle wurde zu $s = 1,134$ ermittelt. Daraus ergibt sich das Molekularvolumen $V = 143,40$ und folgende Werte der topischen Axen:

$$\begin{aligned}\chi &= 4,6728 \\ \psi &= 4,6538 \\ \omega &= 6,5980.\end{aligned}$$

Nach der Basis $c\{001\}$ herrscht vollkommene Spaltbarkeit.

Auf Spaltungsstücken ist ein Winkel der optischen Axen von ca. 15° sichtbar, dessen Bisectrix schwach gegen die Spaltungsfläche geneigt ist. $\varrho > \nu$. Dispersion stark. Ebene der optischen Axen ist die Symmetrieebene.



Aus Alkohol und Äther erhält man die Substanz in sehr dünnprismatisch nach der b -Axe gestreckten, monoklinen Krystallen, an denen kaum Messungen vorgenommen werden können.

Krystalssystem: Monoklin prismatisch.

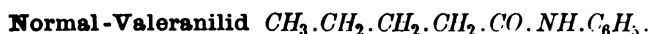
$$a : c = 1 : 0,95; \quad \beta = 91^{\circ}32'.$$

Beobachtete Formen: $c\{001\}$, $r\{\bar{1}04\}$, $s\{104\}$.

Erhaltene Winkelwerte:

	Winkel:	Beobachtet:	Berechnet:
cr	$= (001):(\bar{1}04) =$	$*44^{\circ}43'$	—
cs	$= (001):(104)$	$*42\ 46$	—
sr	$= (104):(10\bar{4})$	$93\ 2$	$93^{\circ}4'$

Das spezifische Gewicht wurde zu $s = 1,066$ gefunden, woraus sich das Molekularvolumen $V = 152,54$ berechnet.



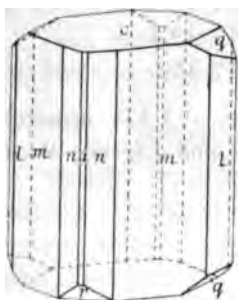
Diese Substanz, über welche in der chemischen Literatur nichts zu finden ist, wurde durch 8—10stündiges Kochen von normaler Valeriansäure und Anilin am Rückflußkühler erhalten.

In Wasser ist das normale Valerianilid unlöslich. Nachdem es aus

Alkohol und Äther mehrmals umkrystallisiert war, zeigte es den Schmelzpunkt 56° (uncorrigiert).

Aus alkoholischer Lösung krystallisiert das Anilid in großen glänzenden, glashellen monoklinen Prismen, welche nahezu tetragonal sind. Die

Fig. 17.



Flächen dieses Prismas $m\{110\}$ geben meist mehrere, wenig gute Bilder, ebenso die kleinere Basis $c\{001\}$. Fast stets tritt noch ein zweites Prisma $n\{210\}$ auf, zu dem sich zuweilen ein drittes $l\{120\}$ gesellt. Beide letztgenannten Prismen reflectieren schlecht. Etwas besser sind die Reflexe, welche die kleinen Flächen des häufiger vorhandenen Klinodomas $q\{011\}$ geben. Das seltenere Orthodoma $r\{201\}$ hat leidlich spiegelnde Flächen. Angedeutet ist zuweilen noch das vordere Pinakoid $a\{100\}$.

Krystallsystem: Monoklin prismatisch.

$$a : b : c = 1,0232 : 1 : 0,6611; \beta = 94^{\circ} 36'.$$

Beobachtete Formen: $a\{100\}$, $c\{001\}$, $q\{011\}$, $r\{201\}$, $m\{110\}$, $n\{210\}$, $l\{120\}$.

Erhaltene Winkelmessungen:

	Winkel:	Beobachtet:	Berechnet:
$mm = (110) : (\bar{1}\bar{1}0)$		$91^{\circ} 8'$	—
$mc = (110) : (001)$		$86^{\circ} 47'$	—
$cq = (001) : (011)$		$33^{\circ} 23'$	—
$ac = (100) : (001)$		$85^{\circ} 27'$	$85^{\circ} 24'$
$cr = (001) : (\bar{2}01)$		$55^{\circ} 9'$	$55^{\circ} 10'$
$ar = (100) : (\bar{2}01)$		$39^{\circ} 24'$	$39^{\circ} 26'$
$mq = (110) : (011)$		$64^{\circ} 4'$	$63^{\circ} 54,5'$
$m\bar{q} = (\bar{1}\bar{1}0) : (011)$		$69^{\circ} 48'$	$69^{\circ} 45,5'$
$r\bar{q} = (\bar{2}01) : (011)$		$61^{\circ} 34'$	$61^{\circ} 34'$
$rm = (\bar{2}01) : (\bar{1}\bar{1}0)$		$57^{\circ} 10'$	$57^{\circ} 16'$
$nn = (210) : (\bar{2}\bar{1}0)$		$54^{\circ} 8'$	$54^{\circ} 2,5'$
$ll = (120) : (\bar{1}\bar{2}0)$		$127^{\circ} 36'$	$127^{\circ} 46'$

Das spezifische Gewicht der aus Alkohol erhaltenen Krystalle wurde zu $s = 1,147$ ermittelt. Daraus berechnen sich das Molekularvolumen V und die topischen Axen:

$$\begin{aligned} \chi &= 6,2540 \\ \psi &= 6,1120 \\ \omega &= 4,0405 \\ V &= 153,95. \end{aligned}$$

Die Krystalle spalten vollkommen nach dem Prisma $m\{110\}$.

Sehr häufig sind Zwillinge nach dem Gesetze: Zwillingsene ist eine Fläche des Prismas $m\{110\}$.

Ebene der optischen Axen ist die Symmetrieebene.

Labile Modificationen des Normal-Valeranolids.

Das hohe spezifische Gewicht, die prismatische Spaltbarkeit, sowie der niedrige Schmelzpunkt machten es wahrscheinlich, daß außer der oben beschriebenen Modification noch eine zweite existiere, welche sich in bezug auf ihre physikalisch-krystallographischen Eigenschaften den übrigen Aniliden anschleße. Und in der Tat entsteht aus dem Schmelzflusse zunächst eine labile Modification L_1 . Schmilzt man nämlich *n*-Valeranolid auf dem Objectträger, so erhält man beim Erstarren der Schmelze große strahlige Krystallaggregate, deren einzelne Individuen eine Auslöschungsschiefe von etwa 26° zeigen. Diese labile Modification L_1 geht oft freiwillig in die stabile Form S über. Ändernfalls genügt ein Partikelchen von S , um die Umwandlung herbeizuführen. Dieser Proceß wird noch durch Erwärmen beschleunigt, verläuft aber weit langsamer als die Umwandlung von *L*-Acetamid in die S -Form oder als die von *L*-Acetanilid zu S -Acetanilid. Läßt man im Schmelzflusse neben den Krystallen der L_1 -Form die stabilen Krystalle entstehen, so ist deutlich zu sehen, daß letztere langsamer wachsen als die ersteren.

Bewahrt man die L_1 -Form sorgfältig vor dem Übergange in die stabile Modification, so wandelt sie sich unter Ausbildung deutlicher prismatisch gestreckter Krystalle in eine zweite labile Form L_2 um. Diese Umlagerung beginnt meist direct nach dem Entstehen von L_1 , und zwar von der Grenze der Krystalle ausgehend (s. Taf. XIV, Fig. 3 links). Der Proceß verläuft aber so langsam, daß er vom Verfasser zunächst einfach übersehen wurde. Die L_2 -Form hat parallele Auslöschung und scheint sich in allem den aus Lösungen erhaltenen Krystallen der übrigen Anilide anzuschließen, während L_1 wohl der L -Form des Acetanilids entspricht. Für die S -Form des *n*-Valeranolids bietet sich bei den übrigen Aniliden kein Analogon.

L_2 geht gerade wie L_1 in die S -Form über, jedoch ist die Umwandlung bedeutend langsamer (s. Taf. XIV, Fig. 4, welche deutlich zeigt, wie in L_1 die Umwandlung in S schneller fortschreitet, als in L_2). L_2 ist also L_1 gegenüber stabil, S gegenüber aber labil. Taf. XIV, Fig. 5 zeigt links unten L_2 und, daraus hervorgehend, rechts oben S ; Fig. 6 erläutert die Entstehung aller drei Modificationen nach einander: oben L_1 , links unten L_2 , wie in Fig. 3 und 4 mit einzelnen Prismen in L_1 erscheinend, endlich rechts unten S . Von den labilen Formen gelang es nur L_2 in, wenn auch sehr schlecht meßbaren Krystallen aus dem Schmelzflusse zu erhalten. *n*-Valeranolid wurde geschmolzen und an geschütztem Orte stehen gelassen. Obgleich es sich auf Zimmertemperatur abkühlte, fand nicht immer sofort Krystall-

bildung statt. Der Schmelzpunkt der labilen Form L_2 muß also ziemlich tief liegen, jedenfalls weit unter dem von S . In zwei Fällen wurden Krystalle von L_2 mit paralleler Auslöschung erhalten. Dieselben sind zunächst glasglänzend, durchsichtig, werden aber bald infolge der unvermeidlichen Berührung trübweiß unter Erwärmung, d. h. sie gehen in die stabile Form über.

Die monoklinen Krystalle von L_2 sind prismatisch gestreckt nach der b -Axe. Als vorherrschende Formen treten auf: die Basis $c\{001\}$ und die Domen $s\{101\}$ und $r\{10\bar{1}\}$. Selten findet sich noch das vordere Pinakoid $a\{100\}$ und ein Doma $t\{102\}$ angedeutet.

Nur in einem Falle wurden die Formen $o\{111\}$ und $i\{121\}$ beobachtet, wobei leider die Flächen in der Zone $c:a$ nicht meßbar waren. Alle Flächen gaben schlechte, zum Teil mehrere Bilder, so daß die nachstehenden Winkelwerte sehr ungenau sind. Die Differenzen der Messungen desselben Winkels betrugen oft 1^0 — 2^0 .

Krystallsystem: Monoklin prismatisch.

$$a:b:c = 0,54:1:0,54; \quad \beta = 92^0.$$

Beobachtete Formen: $a\{100\}$, $c\{001\}$, $s\{101\}$, $r\{10\bar{1}\}$, $t\{102\}$, $o\{111\}$, $i\{121\}$. Erhaltene Winkelmessungen:

	Winkel:	Beobachtet:	Berechnet:
$cr = (001):(10\bar{1})$		$*44^0 11'$	—
$cs = (001):(101)$		$*42 \quad 7$	—
$rs = (10\bar{1}):(101)$		$93 \quad 33$	$93^0 42'$
$co = (001):(111)$		$*45 \quad 48$	—
$ci = (001):(121)$		$64 \quad 4$	$64 \quad 52$

Mikroskopisch wurden angenähert folgende Winkel bestimmt:

	Winkel:	Beobachtet:	Berechnet:
$am = (100):(120)$		$= 47^0$ appr.	$47^0 17'$
$an = (100):(140)$		$64 \quad -$	$65 \quad 13$

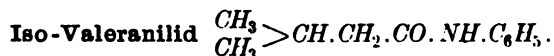
Das spezifische Gewicht der Krystalle wurde zu $s = 4,120$ gefunden. Daraus ergibt sich das Molekularvolumen $V = 457,66$ und die topischen Axen:

$$\begin{aligned} \chi &= 4,50 \\ \psi &= 8,34 \\ \omega &= 4,24. \end{aligned}$$

Die Krystalle von L_2 spalten vollkommen nach der Basis $c\{001\}$.

Ebene der optischen Axen scheint die Symmetrieebene zu sein.

Zwillingsbildungen mit dem vorderen Pinakoid als Symmetrieebene sind zuweilen zu beobachten. Die Krystalle von L_1 weisen im mikroskopischen Bilde Winkel von ca. 73^0 und ca. 38^0 auf.



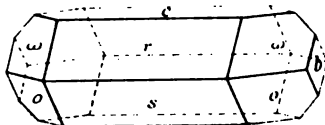
Dieses Anilid krystallisierte stets in winzigen, nicht meßbaren Nadelchen, deren spezifisches Gewicht angenähert zu $s = 1,078$ ermittelt wurde. Das zugehörige Molekularvolumen berechnet sich darnach zu $V = 163,80$.



Die Substanz krystallisiert aus alkoholischer Lösung in glashellen, monoklinen Krystallen, welche in der Richtung der b -Axe prismatisch gestreckt sind.

Vorherrschende Formen sind: die Basis $c\{001\}$, zuweilen fehlend, mit guten Reflexen; ferner die beiden Querdomen $r\{101\}$ mit mäßig gut spiegelnden Flächen und $s\{10\bar{1}\}$, dessen Flächen etwas bessere Bilder geben. Nie fehlt das seitliche Pinakoid $b\{010\}$ mit schlechten Reflexen. Zuweilen sind noch die beiden primären Pyramiden $\omega\{111\}$ und $o\{11\bar{1}\}$, wenn auch nur schlecht ausgebildet. Endlich tritt selten ein kleines Querdoma $d\{10\bar{2}\}$ auf. Die Flächen von ω und d reflectieren schlecht, etwas besser diejenigen von o .

Fig. 48.



Krystalssystem: Monoklin prismatisch.

$$a : b : c = 1,1652 : 1 : 1,0771; \quad \beta = 90^\circ 20\frac{1}{2}'.$$

Beobachtete Formen: $c\{001\}$, $b\{010\}$, $r\{101\}$, $s\{10\bar{1}\}$, $d\{10\bar{2}\}$, $o\{11\bar{1}\}$, $\omega\{111\}$.

Erhaltene Winkelwerte:

	Winkel:	Beobachtet:	Berechnet:
bc	$= (010) : (001)$	$= 90^\circ 0'$	$90^\circ 0'$
cr	$= (001) : (101)$	$*42 \ 35,5$	—
cs	$= (001) : (10\bar{1})$	$*42 \ 54,5$	—
rs	$= (101) : (10\bar{1})$	$95 \ 34$	$94 \ 30$
so	$= (10\bar{1}) : (11\bar{1})$	$*38 \ 25,5$	—
ro	$= (101) : (111)$	$38 \ 12$	$38 \ 15,5$
cd	$= (00\bar{1}) : (10\bar{2})$	$24 \ 52$	$24 \ 52$
wo	$= (111) : (11\bar{1})$	$70 \ 24$	$70 \ 20$

Das spezifische Gewicht der Krystalle wurde als $s = 1,112$ gefunden, woraus folgende Werte für das Molekularvolumen und die topischen Axen resultieren:

$$V = 171,52$$

$$\chi = 6,0019$$

$$\psi = 5,1510$$

$$\omega = 5,5440.$$

Sehr vollkommene Spaltbarkeit herrscht nach der Basis.

Ebene der optischen Axen ist die Symmetrieebene. Auf der Basis steht die Bisectrix des spitzen Winkels der optischen Axen nahezu senkrecht.

Dieser Umstand, sowie die geringe Differenz der Winkel $c:r$ und $\bar{c}:s$ ließen die Krystalle zuerst als rhombisch erscheinen.

Schluß.

Im folgenden seien die wichtigsten Resultate vorstehender Arbeit kurz zusammengefaßt.

Amide.

Die Amide der Fettsäuren bilden mehr oder weniger dünntaflige, durchsichtige, äußerst biegsame Krystalle, welche dem monoklinen, bezw. rhombischen Systeme angehören.

Übersichtstabelle der Amide.

Amide	a	c	Krystall- system	Mol.-Gew. m	Spec.Gew. s	Mol.-Vol. $V = \frac{m}{s}$	Topische Axen		
							χ	ψ	ω
Acetamid (stabil)	1	0,5916	trigonal	58,85	1,139	51,669	6,4544	6,4544	6,4544
Acetamid (labil)	2,49	0,46	rhombisch ?	58,85	1,095	53,745	8,96	3,40	1,67
Propionamid	1,428	0,268	rhombisch 90°	72,82	1,042	69,884	8,104	5,672	1,521
n-Butyramid	1,7420	0,5124	rhombisch 90°	86,79	1,032	84,098	7,9266	4,5503	2,3317
n-Valeramid	1,7663	0,3963	monoklin 92° 8'	100,76	1,023	98,494	9,1878	5,2016	2,0624
n-Capronamid	—	—	rhombisch ?	114,73	0,999	114,84	—	—	—
Iso-Butyramid	3,7334	1,6243	monoklin 99° 3'	86,79	1,013	85,676	8,476	2,513	4,074
Iso-Valeramid	—	—	monoklin ?	100,76	0,963	104,44	—	—	—

Die Krystalle spalten vollkommen nach der Tafelfläche, auf welcher stets die Ebene der optischen Axen senkrecht steht.

Die spezifischen Gewichte nehmen mit wachsendem chemischen Molekulargewichte ab, die Molekularvolumina mithin zu. In beiden Fällen sind jedoch die Differenzen zwischen zwei benachbarten Gliedern für die ganze Amidreihe nur angenähert constant.

Bei den Iso-Verbindungen ist das spezifische Gewicht stets kleiner als das des entsprechenden Amides mit unverzweigter Kohlenstoffkette, das Molekularvolumen daher immer größer.

Die Schmelzpunkte bilden vom Acetamid bis zum normalen Valeramid eine steigende Reihe, nämlich: 48,5°, 79°, 115°, 115°—116°.

Das Acetamid, welches mit dem bisher nur bekannten Schmelzpunkte bei 82° aus dieser Reihe sprang, krystallisiert in einer stabilen Modification, der dieser Schmelzpunkt zukommt, und in einer labilen Form mit dem Schmelzpunkte 48,5°.

Eine Betrachtung der Zahlen für die topischen Axenverhältnisse bei der normalen Amidreihe vom Acetamid (labil) bis Normal-Valeramid zeigt, daß durch den Eintritt einer CH_3 -Gruppe in das chemische Molekül die χ -Axe des Krystallmolekels, d. h. also die a -Axe kaum betroffen wird. Die Hauptveränderungen finden vielmehr in der Ebene $b-c$ statt, welche ja diejenige vollkommener Spaltbarkeit, also die Hauptstructurebene ist. Daraus geht wohl mit ziemlicher Wahrscheinlichkeit hervor, daß bei den normalen Amiden die Anlagerung der CH_3 -Gruppen stets in einer bestimmten Ebene erfolgt, die im krystallisierten Zustande der Substanzen die Fläche dichtester Lagerung der Moleküle ist.

Anilide.

Die Fettsäure-Anilide bilden rhombische oder angenähert rhombische, monokline Krystalle, welche spröde und im reinen Zustande glashell, durchsichtig sind.

Übersichtstabelle der Anilide.

Anilide	a	c	Krystall- system	Mol.-Gew. m	Spec. Gew. s	Mol.-Vol. $V = m : s$	Topische Axen		
							χ	ψ	ω
Formanilid	4,6202	2,3906	monoklin 950 48'	120,70	1,239	97,448	9,5596	2,0694	4,9463
Acetanilid	0,8424	2,0674	rhombisch 900	134,67	1,219	110,48	3,3590	3,9890	8,2454
Propionanilid	—	—	rhombisch ? 900?	148,64	1,175	126,50	—	—	—
n-Butyranilid	4,0044	4,4477	monoklin 940 59,5'	162,64	1,134	143,40	4,6728	4,6538	6,5980
n-Valeranalid (labil) L_2	0,54	0,54	monoklin 920	176,58	1,120	157,66	4,50	8,34	4,24
n-Capronanilid	4,4652	4,0771	monoklin 900 20,5'	190,55	1,112	171,52	6,0049	5,4540	5,5440
n-Valeranalid (stabil)	4,0232	0,6614	monoklin 940 36'	176,58	1,147	153,95	6,2540	6,1120	4,0405
Iso-Butyranilid	$(a : c = 1 : 0,95)$		monoklin 940 32'	162,64	1,066	152,54	—	—	—
Iso-Valeranalid	—	—	—	176,58	1,078	163,80	—	—	—

Die Krystalle spalten vollkommen nach einer Ebene, zu der sich bei den Anfangsgliedern der Reihe noch eine zweite, zur ersten ganz oder nahezu senkrechte Spaltbarkeit gesellt.

Senkrecht zu der, bzw. zu den Spaltungsflächen steht die Ebene der optischen Axen, deren spitze Bisectrix auf der Ebene bester Spaltbarkeit mehr oder weniger senkrecht ist.

Die spezifischen Gewichte und Molekularvolumina verhalten sich wie diejenigen der Amide.

In der Reihe der Anilide existieren zwei Substanzen, welche labile Modificationen aufweisen, nämlich das Acetanilid mit einer und das n-Valer-anilid mit zwei labilen Formen. Die erste labile Modification vom n-Valer-anilid entspricht wohl der des Acetanilids, während die zweite labile Form sich in allen ihren optischen und krystallographischen Eigenschaften der normalen Reihe der Anilide einfügt. Die stabile Form des n-Valer-anilids, welche man aus Lösungen krystallisiert erhält, fällt dagegen in jeder Beziehung aus dieser Reihe heraus.

Die optischen Axenverhältnisse lassen zur Zeit noch keine entscheidende Deutung der durch den Eintritt einer CH_3 -Gruppe in das chemische Molekül bewirkten Änderungen im Krystallgefüge zu, da leider vom Propionanilid bisher keine und beim n-Valer-anilid L_2 nur sehr ungenaue Messungen möglich waren. Bemerkenswert ist jedoch die fast stets vorhandene Gleichheit zweier Axen.

XXIV. Kürzere Originalmitteilungen und Notizen.

1. C. Viola (in Rom): Zwei Sätze aus der Zonenlehre.

Zwei Flächen h und k sind durch ihre Indices¹⁾ gegeben, und zwar:

$$\begin{array}{l} h \quad (h_1 \ h_2 \ h_3) \\ k \quad (k_1 \ k_2 \ k_3). \end{array}$$

Mit M und N werden zwei beliebige Zahlen bezeichnet, und drei Indices y_1, y_2, y_3 durch folgende lineare Beziehungen berechnet:

$$(1) \quad \begin{cases} y_1 = M h_1 + N k_1, \\ y_2 = M h_2 + N k_2, \\ y_3 = M h_3 + N k_3. \end{cases}$$

Bezeichnet man nun mit r_1, r_2, r_3 die Indices der Zone $[hk]$, welcher die beiden gegebenen Flächen h und k angehören, und multiplicieren wir die erste der Gleichungen (1) mit r_1 , die zweite mit r_2 und die dritte mit r_3 und addieren sie, so ist das Resultat dieser Operation folgendes:

$$(2) \quad r_1 y_1 + r_2 y_2 + r_3 y_3 = M \{r_1 h_1 + r_2 h_2 + r_3 h_3\} + N \{r_1 k_1 + r_2 k_2 + r_3 k_3\}.$$

Da nun die Flächen h und k der Zone $[r_1 r_2 r_3]$ angehören, so gelten die Beziehungen:

$$(3a) \quad r_1 h_1 + r_2 h_2 + r_3 h_3 = 0 \quad \text{und} \quad r_1 k_1 + r_2 k_2 + r_3 k_3 = 0;$$

daraus folgt:

$$(3b) \quad r_1 y_1 + r_2 y_2 + r_3 y_3 = 0.$$

Somit liegt auch die Fläche y , deren Symbol $(y_1 y_2 y_3)$ ist, in der Zone $[r_1 r_2 r_3]$.

Umgekehrt, liegt eine Fläche $(y_1 y_2 y_3)$ in der von zwei Flächen h und k bestimmten Zone $[r_1 r_2 r_3]$, so gelten alle drei Bedingungsgleichungen (3a) und (3b). Wird nun die erste der Gleichungen (3a) mit einer Zahl M und die zweite mit einer Zahl N multipliciert, und werden dann beide Gleichungen der Gleichung (3b) addiert oder subtrahiert, so geht daraus die Bedingungsgleichung (2) hervor. Da nun hier die drei Indices r_1, r_2, r_3 von einander unabhängig sind, so zerfällt wieder die Gleichung (2) in die drei linearen Beziehungen (1). Daraus folgt der Satz:

Liegt eine Fläche in einer durch zwei gegebene Flächen bestimmten Zone, so können ihre Indices stets linear aus den Indices

1) Die Indices einer Fläche sind auf ganze relative Primzahlen reduciert.

der zwei gegebenen Flächen abgeleitet werden; und wenn sie linear abgeleitet werden, so liegt die entsprechende Fläche stets in derselben von den zwei gegebenen Flächen bestimmten Zone.

Wir wollen jetzt eine allgemeine Transformation der Coordinaten vornehmen, und zwar am besten wollen wir sie durch zwei nacheinander folgende einfache Transformationen zusammensetzen. Die erste Transformation soll der Art sein, daß nur die erste Axe der Coordinaten geändert wird. Die neuen Indices der drei Flächen h , k und y sollen dann heißen:

$$\begin{array}{l} h \\ k \\ y \end{array} \quad \begin{array}{l} (h_1' \ h_2 \ h_3) \\ (k_1' \ k_2 \ k_3) \\ (y_1' \ y_2 \ y_3). \end{array}$$

Da die drei Flächen h , k und y in einer Zone liegen, so werden die Indices der Fläche y linear abgeleitet aus den Indices der beiden Flächen h und k .

Da ferner sowohl in der zweiten als auch in der dritten der Gleichungen (4) nichts geändert ist, so bleiben dabei auch die beiden Zahlen M und N unverändert. Die neuen Indices der Fläche y , nach der vorgenommenen einfachen Transformation, werden infolgedessen sein:

$$(4) \quad \begin{cases} y_1' = M h_1' + N k_1' \\ y_2 = M h_2 + N k_2 \\ y_3 = M h_3 + N k_3. \end{cases}$$

Nachdem diese erste Transformation geschehen ist, wollen wir eine zweite Transformation folgen lassen, wo nur die zweite und die dritte Axe der Coordinaten geändert werden. Wir wollen die neuen Indices der drei Flächen h , k und y , nachdem diese Transformation vorgenommen worden ist, mit

$$\begin{array}{lll} h_1' \ h_2' \ h_3' & \text{für die Fläche } h, \\ k_1' \ k_2' \ k_3' & - & - & k, \\ y_1' \ y_2' \ y_3' & - & - & y \end{array}$$

bezeichnen.

Da die erste Axe der Coordinaten unverändert geblieben ist, so bleibt auch die erste der Gleichungen (4) ungeändert, und deshalb bleiben dabei auch die Zahlen M und N unverändert. Nachdem also auch die zweite Transformation vorgenommen worden ist, werden die neuen Indices der Fläche y folgenderweise ausgedrückt werden müssen:

$$(5) \quad \begin{cases} y_1' = M h_1' + N k_1' \\ y_2' = M h_2' + N k_2' \\ y_3' = M h_3' + N k_3'. \end{cases}$$

Dadurch ist eine allgemeine Transformation der Coordinaten zustande gekommen. Wir können somit folgenden Satz aussprechen:

Das Verhältnis der Ableitungszahlen M und N irgend einer in einer gegebenen Zone liegenden Fläche ist von der Wahl des Coordinatensystems unabhängig.

Diese zwei Sätze der Krystallographie entsprechen zwei bekannten elementaren Sätzen der synthetischen Geometrie und dienen dazu, andere wichtige Sätze aus der Zonenlehre auf die leichteste Art zu beweisen.

Nehmen wir z. B. $M = 1$ und $N = \pm 1$, d. h. folgende Beziehungen an:

$$\begin{array}{l} y_1 = h_1 \pm k_1 \\ y_2 = h_2 \pm k_2 \\ y_3 = h_3 \pm k_3. \end{array}$$

Und nehmen wir irgend welche Transformation der Coordinaten vor, so werden die neuen Indices derselben Flächen in gleichen Beziehungen stehen wie vorher, also:

$$\begin{aligned} y_1' &= h_1' \pm k_1' \\ y_2' &= h_2' \pm k_2' \\ y_3' &= h_3' \pm k_3'. \end{aligned}$$

2. F. Haag (in Stuttgart): Zu E. von Fedorows Notiz, betreffend ein Minimumproblem in der Gestaltenlehre.

Der Angriff des Herrn v. Fedorow im vorletzten Hefte dieser Zeitschrift S. 277 nötigt mich zu folgender Entgegnung: v. Fedorow geht von der unbewiesenen und falschen Voraussetzung aus, daß die Ecken des Hexakisoktaeders von kleinster Oberfläche bei gegebenem Volumen auf der Oberfläche einer Kugel liegen. Eine solche »mesosphärische« Gestalt findet der Krystallograph in einfacher Weise als v. Fedorow vermittelst der Indices. Setzen wir mit ihm den Radius der umbeschriebenen Kugel, also die Hälfte der vierzähligen Axe = 1, so ist auch die dreizählige

$$\frac{h\sqrt{3}}{h+k+l} = 1$$

und ebenso die zweizählige

$$\frac{h\sqrt{2}}{h+k} = 1.$$

Aus der zweiten Gleichung folgt sofort

$$\frac{k}{h} = -1 + \sqrt{2}$$

und aus der ersten

$$\frac{l}{h} = \sqrt{3} - \sqrt{2},$$

$$h:k:l = 1:(-1+\sqrt{2}):(\sqrt{3}-\sqrt{2}).$$

Das Verhältnis der Axenabschnitte ist das von v. Fedorow gefundene:

$$1:-\frac{1}{-1+\sqrt{2}}:\frac{1}{\sqrt{3}-\sqrt{2}} = 1:(1+\sqrt{2}):(\sqrt{3}+\sqrt{2}).$$

Näherungsformen erhält man durch Verwandlung der Wurzeln in Kettenbrüche.

$$\frac{k}{h} = (1:2, 2, 2 \dots) \text{ mit den Näherungswerten } \frac{1}{2}, \frac{2}{5}, \frac{5}{12} \text{ u. s. f.}$$

$$\frac{k}{h} + \frac{l}{h} = (1:1, 2, 1, 2, 1, 2 \dots) \dots \dots \dots 1, \frac{2}{3}, \frac{3}{4}, \frac{5}{11}, \frac{11}{13} \dots$$

Die Werte $\frac{k}{h} = \frac{6}{13}$ und $\frac{l}{h} = \frac{1}{13}$ liefern die ausgezeichnete Näherungsform:

$$(15.6.5).$$

Die Bestimmung des Hexakisoktaeders von kleinster Oberfläche bei gegebenem Inhalte erfordert die Kenntnis der Differentialrechnung und führt auf

eine Gleichung vierten Grades. Ich habe nachgewiesen (Mitt. des math.-nat. Ver. Stuttgart 1901, S. 85), daß Richard Berger in seiner Dissertation (Märburg 1884) und ich in meinem Programm (Rottweil 1887) auf verschiedenen Wegen zum nämlichen Resultate gelangt sind:

Näherungsformen (24.13.6) und (20.11.5).

Nur die roheste Näherungsform (4.2.1) gilt für beide Arten der Hexakis-oktaëder.

Die angegebene Art der Aufstellung von Näherungsformen ist bei Auswahl der einzelnen Näherungswerte mit einer gewissen Willkür verbunden, die durch die folgende Bemerkung ausgeschieden wird. E. Sommerfeld hat in seiner Arbeit über »kettenbruchähnliche Entwicklungen zur Beurteilung der Wahrscheinlichkeit des Auftretens bestimmter Flächencombinationen bei Krystallen« (Centralbl. f. Min. Stuttgart 1903, S. 537) den kürzesten Weg gezeigt, auf dem man durch eine Reihe von Näherungsformen zu einer beliebig complicierten gelangen kann.

Für $\frac{h}{l} = 3,146$ und $\frac{k}{l} = 1,303$ erhält man die Reihe:

(3.1.1)
(9.4.3)
(19.8.6)
(22.9.7)
(280.116.89)
(3146.1303.1000).

3. H. Preiswerk (in Basel): Diopsid aus dem Eozoon-Kalk von Côte St. Pierre (Canada).

Der Fundort des sogenannten Eozoon canadense von Côte St. Pierre bei Papineauville (Eisenbahnstation zwischen Montreal und Ottawa) in Canada, welcher vor Jahrzehnten vielfach besprochen worden ist¹⁾, wurde neuerdings wieder beschrieben von A. Osann²⁾. Osann erwähnt von Prof. C. Schmidt in Basel im Herbst 1894 an dieser Localität gesammelte Handstücke mit großen Diopsiden. Dieses Material stand mir zur Verfügung zu einer genaueren Untersuchung des Pyroxens.

Wie Herr Prof. C. Schmidt mir mitteilt, ist der berühmte Eozoon-führende Kalkzug bei der Ferme von Côte St. Pierre beiderseits einer nach Nordosten führenden Straße aufgeschlossen und teils im Walde nordwestlich derselben, teils in einigen alten Steinbrüchen in der Weise südöstlich der Straße sichtbar.

Die schon so oft beschriebenen typischen Eozoonkalken werden begleitet von grobkrystallinen Kalken, in denen derbe Massen von blauem Apatit, große Muscovitkrystalle, ferner Olivin, Knollen von dichtem grünen Serpentin, sowie dunkle Körner sich finden, die aus haarförmig angeordnetem Chrysotil bestehen und häufig randlich an Eozoon erinnernde Structur aufweisen. Ferner sind linsenartige Partien zu beobachten, in denen der Kalk außerordentlich grobkörnig wird und erfüllt ist von den von A. Osann erwähnten Diopsidkrystallen.

Diese Diopsidkrystalle sind von nahezu isometrischer Gestalt, gelegentlich

1) J. W. Dawson, Specimens of Eozoon canadense etc. (Peter Redpath Museum, Montreal 1888).

2) A. Osann, Notes on certain archæan rocks of the Ottawa valley (Geol. Survey of Canada, annual report 1902, 12, 65). Ref. diese Zeitschr. 40, 342 f.

etwas nach der a -Axe verlängert oder schwach tafelförmig nach (010). Die Prismen sind stets recht kurz (vergl. beistehende Figur). Die größten Krystalle erreichen bis 2 cm Länge. Während die Prismenzone fast durchweg glatte, glänzende Flächen aufweist, sind die übrigen Flächen vorwiegend matt. Durch leichtes Polieren ließen sich einige der goniometrischen Messungen zugänglich machen.

Es wurden folgende Formen bestimmt: $a\{100\}$, $b\{010\}$, $c\{001\}$, $m\{110\}$, $z\{021\}$, $p\{101\}$, $u\{111\}$, $s\{111\}$, $o\{221\}$.

Die Art ihrer häufigsten Ausbildung ist in beistehender Figur dargestellt.

Parallel der Basis verläuft eine vollkommene Teilbarkeit, die um so deutlicher ist, je größer und je weniger frisch die Krystalle sind.

Im Dünnschliffe geben sich die scheinbaren Spaltrisse als äußerst schmale Zwillingslamellen nach (001) zu erkennen.

Die Auslöschungsschiefe auf (010) wurde in Natriumlicht gemessen und als Mittel von zehn Messungen an zwei Präparaten $38^{\circ}18' (\pm 0^{\circ}50')$ gefunden.

An einem Prisma, dessen eine Fläche = (010) ist und dessen brechende Kante parallel a läuft, und an einem zweiten Prisma mit brechender Kante parallel b wurden die drei Brechungsexponenten bestimmt und daraus der mittlere Brechungsexponent $\frac{\alpha + \beta + \gamma}{3}$ mit folgenden Werten gefunden:

Li	Na	Tl
1,6764	1,6803	1,6839.

Der optische Axenwinkel in Luft bei weißem Lichte gemessen wurde zu $2V = 58^{\circ}58'$ ermittelt.

Die Werte stimmen am genauesten überein mit den von Wülfing¹⁾ für den reinen Diopsid gegebenen Fundamentalwerten.

Die chemische Zusammensetzung des Pyroxens ist folgende²⁾:

SiO_2	53,70
Al_2O_3	0,95
Fe_2O_3	0,32
FeO	0,65
MgO	19,04
CaO	25,45
Glühverlust	0,47
	<hr/> 100,58

In den Proportionen der Moleküle zeigt sich ein Überwiegen von $MgO + FeO$ gegenüber CaO , was nach Wülfing³⁾ bei den Diopsiden eine sehr häufige Erscheinung ist. Bei der Berechnung ergibt sich ein Überschuss der Basen über die Kieselsäure von 0,04 Molekülen. Der Fehler wurde auf die drei Hauptbestandteile SiO_2 , MgO und CaO verteilt.

1) E. A. Wülfing, Beiträge zur Kenntnis der Pyroxenfamilie (Habilitationsschrift, Heidelberg 1891, S. 54). Ref. diese Zeitschr. 23, 297.

2) Analyse von Dr. F. Hinden.

3) loco cit. S. 38.

Löst man hierauf die procentische Zusammensetzung in folgende Verbindungen auf:

I. $CaMgSi_2O_6$; II. $MgFeSi_2O_6$; III. $MgAl_2SiO_6$; IV. $MgFe_2SiO_6$,

so erhält man in Procenten folgende Anteilnahme der vier Verbindungen an der Gesamtzusammensetzung:

I.	$CaMgSi_2O_6$	=	96,25 %
II.	$FeMgSi_2O_6$	=	1,92
III.	$MgAl_2SiO_6$	=	1,51
IV.	$MgFe_2SiO_6$	=	0,32

Das Diopsidmolekül $CaMgSi_2O_6$ spielt demnach weitaus die wichtigste Rolle in dem Pyroxen.

XXV. Auszüge.

1. G. Moesz (in Brassó, früher in Budapest): **Baryt, Antimonit, Pyrargyrit und Pyrit von Kőrmöcsbánya** (Földtani Közöny 1902, 32, ung. 39—46, deutsch 143—151. Mit 1 Tafel).

Der Baryt von Kőrmöcsbánya ist schon durch Windakiewitz¹⁾ und Zepharovich²⁾ bekannt. Verf. untersuchte graulichweißen, auf dichtem Quarz aufgewachsenen von der »Sturz« und bläulichen, auf einer Braunspatkruste aufsitzenden aus dem Nikolausschachte. Die Krystalle beider sind tafelförmig; die Flächen sind sehr glänzend; Unebenheiten sind bloß auf den Basisflächen des bläulichen bemerkbar. Häufige Formen sind $c\{001\}$, $m\{110\}$ und $z\{111\}$, die übrigen, nämlich $a\{100\}$, $b\{010\}$, $\lambda\{210\}$, $n\{120\}$, $k\{130\}$, $d\{102\}$, $o\{011\}$, $r\{112\}$, $f\{113\}$, $v\{115\}$ und $y\{122\}$ sind nur als mehr oder weniger schmale Streifen vorhanden. $a\{100\}$ und $\lambda\{210\}$ wurden nur je einmal beobachtet. Als Grundlage der Berechnung dienten die gemessenen Werte:

$$\begin{aligned}bm &= (010):(110) = 50^{\circ}51' \\bo &= (010):(011) \quad 37 \quad 18\end{aligned}$$

Die Übereinstimmung zwischen Messung und Berechnung ist eine befriedigende.

Antimonit kommt in Höhlungen von Quarz und grünsteinartigem Andesit vor, dieselben manchmal ganz erfüllend. Vor 8—10 Jahren kam er in großer Menge vor und führte manchmal auf die Spur von Goldgängen. Die meisten Krystalle sind haardünn, doch auch 2—3 mm dicke sind häufig. Sie tragen manchmal winzige, zierliche Calcitkryställchen, auch Baryttafeln, manchmal sind sie von Quarz umhüllt, auch in Rhyolit wurden sie gefunden. Die vom Autor untersuchten sind mehr an Pyramiden reich, als die von Krenner seinerzeit eingehend untersuchten³⁾, welche mehr Prismen haben, in der asymmetrischen Verteilung der Pyramidenflächen stimmen jedoch alle überein. Aus den Beobachtungen Beider folgen für diesen Antimonit folgende 18 Formen: $b\{010\}$, $t\{150\}$, $g\{130\}$, $o\{120\}$, $r\{340\}$, $m\{110\}$, $k\{430\}$, $n\{210\}$, $h\{310\}$, $p\{111\}$, $\tau\{112\}$, $s\{113\}$, $\sigma\{213\}$, $f\{214\}$, $e\{123\}$, $\psi\{146\}$, $K\{233\}$ und $\tau\{343\}$. Die mitgeteilten gemessenen Werte beziehen sich auf zwei gute Krystalle, besonders die Winkel des letzteren, 1,5 mm dicken, stimmen vorzüglich mit den aus den gemessenen Grundwerten berechneten überein und mögen darum mitgeteilt sein.

1) Jahrb. d. k. k. geol. Reichsanstalt 1866, 16.

2) Miner. Lexicon 1, 54.

3) Sitz.-Ber. k. k. Akad. d. Wissenschaften Wien, math.-naturwiss. Classe, 1865, 51, 4. Abteil.

	Gemessen:	Berechnet:
$bm = (010):(110) =$	$*45^{\circ}13'$	—
$ce = (123):(\bar{1}23)$	$*34\ 33$	—
$me = (110):(123)$	55 4	$55^{\circ}2'4''$
$mK = (110):(233)$	40 37	40 37 44
$m\tau = (110):(343)$	31 27	31 30 6
$K\tau = (233):(343)$	9 7	9 7 38
$bs = (010):(113)$	72 13	72 13 51
$se = (113):(123)$	14 52	14 53 19
$s\sigma = (113):(213)$	15 1	14 58 5
$e\psi = (123):(146)$	7 49	7 48 34
$eK = (123):(233)$	14 27	14 24 20
$e\tau = (123):(343)$	23 37	23 31 58

Pyrargyrit. Auf Gangquarz sitzende, sehr glänzende, lebhaft granatrote Kryställchen von 1 mm Länge. Combinationen von $a\{11\bar{2}0\}$ und $e\{01\bar{1}2\}$. Mit winzigen Flächen ist auch $p\{11\bar{2}3\}$ vorhanden. Die Winkel entsprechen dem Grundwerte $ae = (11\bar{2}0):(01\bar{1}2) = 69^{\circ}3'$.

Pyrit kommt sowohl im grünsteinartigen Andesit, als auch im Gangquarz häufig vor und wird als Pocherz gesammelt, da er auch Gold enthält. Die größeren Krystalle sind Pentagondodekaëder, die kleineren, ca. 1 mm großen sind Combinationen von $\{100\}$ mit $\{111\}$ und unter diesen kamen auch nach einer Axe langgestreckte vor.

Schließlich erwähnt der Verf. noch auf Laumontitsäulchen aufgewachsene Calcitkrystalle. Combinationen von $\{10\bar{1}0\}$ und $\{01\bar{1}2\}$.

Ref.: G. Melczer.

2. F. Schafarzik (in Budapest): **Vorläufige Mitteilung über das Auftreten von Quarzporphyren und Porphyroiden in den Comitaten Gömör und Szepes (Zips) in Nordungarn** (Földt. Közl. 1902, 32, ung. 306—307, deutsch 326—327).

Das Szepes-Gömörer Erzgebirge besteht nach der vor mehr als 40 Jahren ausgeführten Aufnahme der Wiener k. k. geol. Reichsanstalt aus Thonschiefern, Phyllitgneisen und Karpathengneisen, welche letztere auf der geologischen Karte in Form von mehreren unregelmäßig verteilten Linsen zwischen die Thonschiefer eingetragen sind und in denen Kupfererze, Antimonit, Kiese, Siderit usw. zumeist als Lagergänge aufsetzen. Verf. fand, daß besagte Gesteine nördlich von Rozsnyó (Com. Gömör) echte Quarzporphyre sind und im Anschluß an sie Porphyroide (im Sinne Rosenbuschs) vorkommen. Letztere finden sich auch westlich von Rozsnyó, ferner gegen Csetnek, Dobsina, bei Szomolnok, es ist also wahrscheinlich, daß ein großer Teil des besagten Erzgebirges aus Porphyroiden besteht und dann lassen sich auch die meisten epigenetischen Erzvorkommen derselben ungezwungen als die Producte einer postvulkanischen Tätigkeit erklären.

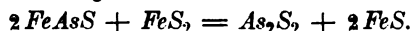
Ref.: G. Melczer.

3. L. Lukács (in Budapest): **Das Verhalten ungarischer Pyrite bei der Destillation im Vacuum** (Magy. Chemiai Folyóirat 1902, 8, 54—59 ung.).

Pyrit enthält bekanntlich außer *Fe* und *S* auch *As*, *Sb*, *Ca*, *Au* und *Hg*. Verf. beschäftigt sich hauptsächlich mit der Frage, in welcher Form *As* im Pyrit vorhanden sei. Er hat diesbezüglich die Experimente von P. Charles

wiederholt, jedoch die Destillation im Vacuum angestellt, indem er die Quecksilberluftpumpe und den Ofen von Prof. A. Schuller benutzte. Er untersuchte Pyrit von Selmecz, Kapnik, Szomolnok und Zalatna bei 250^0 und 350^0 und erhielt als Sublimationsringe S , As_2S_2 (Realgar), ferner in dem von Selmecz und Zalatna auch As_2O_3 , in dem von Szomolnok auch Sb_2S_3 und mit Ausnahme des Zalatnaer auch HgS .

Nach der Ansicht des Verf. ist As im Pyrit als reguläre Modification des Arsenopyrit enthalten, die Bildung des Realgar kann dann erklärt werden aus der längstbekannten Gleichung:



Ref.: G. Melczer.

4. J. Niesner (in ?): Über ein Quecksilbervorkommen in Splic (Dalmatien) (Bányászati és Kohászati Lapok 1902, 35, 505—507 und 551 ung.).

Verf. berichtet über ein neues Vorkommen von Quecksilber und Zinnober im südlichen Teile von Dalmatien. Es sind mehrere Lager bekannt, welche an die Nähe eruptiver Gesteine gebunden sind und auch Calcit und Baryt enthalten.

Ref.: G. Melczer.

5. V. Hulyák (in Zsolna, früher in Budapest): Mineralogische Mitteilungen (Földtani Közlöny 1903, 33, ung. 54—59, deutsch 175—180. Mit 1 Tafel).

1. Phillipsit aus dem Basalt von Szigliget (beim Balaton-See). Milchweiße, 1—2 mm lange Kryställchen, Combinationen von $c\{001\}$, $b\{010\}$, $m\{110\}$ und $n\{120\}$. Die Flächen sind mit Ausnahme derer von $n\{120\}$ gestreift.

2. Calcit aus dem Andesit von Szobb ist bereits bekannt; Verf. fand jedoch Krystalle von prismatischem Habitus, welche sich als Combinationen des ungewöhnlich steilen Skalenoeders $X\{7.6.\bar{1}3.1\} R13$ mit dem Grundrhomboeder erwiesen. Die hierauf bezüglichen Messungen sind:

	Gemessen:	Berechnet:
$(10\bar{1}1) : (13.\bar{6}.\bar{7}.1) =$	$46^0 53'$	$46^0 49\frac{1}{2}'$
$(7.6.\bar{1}3.1) : (\bar{7}.13.\bar{6}.1)$	65 1	64 47 $\frac{1}{2}$
$(7.6.\bar{1}3.1) : (13.\bar{6}.\bar{7}.1)$	54 37	54 40 $\frac{1}{2}$

Auch im Andesit von Duna-Bogdány und von Visegrád fand Verf. derartige Calcitkrystalle.

3. Fluorit vom Gellért-Berg (Budapest). Diesen hat Prof. A. Schmidt in einer Fachsitzung der geolog. Gesellschaft (1900) bekannt gemacht und erwähnt, daß an seinen kubischen Krystallen kleine Flächen von $\{311\}$ und von anderen Formen vorkommen. Verf. bestimmte durch Messung an einigen Krystallen die Formen $j\{15.7.4\}$ und $r\{24.10.7\}$, welche für den Fluorit überhaupt neu sind. Sie kommen mit sehr kleinen, aber glänzenden Flächen vor. Die gemessenen Winkel stimmen mit den berechneten gut überein:

	Gemessen:	Berechnet:
$(100) : (15.7.4) =$	$28^0 15\frac{1}{2}'$	$28^0 12\frac{1}{2}'$
$(15.7.4) : (7.15.4)$	38 48	38 43 $\frac{1}{2}$
$(15.7.4) : (15.4.7)$	14 19	14 20
$(15.7.4) : (311)$	7 28 $\frac{1}{2}$	7 26 $\frac{1}{2}$
$(15.7.4) : (24.10.7)$	2 45	2 44
$(24.10.7) : (311)$	4 43 $\frac{1}{2}$	4 41 $\frac{1}{2}$

4. Anorthit vom Aranyi-Berg (Com. Hunyad). Aus dem Andesit dieses in mineralogischer Hinsicht interessanten Berges ist Anorthit bereits durch G. vom Rath bekannt¹⁾. Verf. konnte an dem von ihm gesammelten Material außer den von vom Rath an einem Krystalle beobachteten 19 Formen noch 17 weitere constatieren, darunter 6 solche, die für den Anorthit überhaupt neu sind: $h\{100\}$, $M\{010\}$, $P\{001\}$, $l\{110\}$, $T\{1\bar{1}0\}$, $f\{130\}$, $x\{1\bar{3}0\}$, $y\{201\}$, $x\{101\}$, $*G\{105\}$, $q\{203\}$, $*F\{205\}$, $t\{201\}$, $e\{021\}$, $n\{0\bar{2}1\}$, $k\{0\bar{2}3\}$, $r\{061\}$, $c\{0\bar{6}1\}$, $m\{111\}$, $p\{1\bar{1}1\}$, $a\{1\bar{1}1\}$, $o\{1\bar{1}1\}$, $u\{2\bar{2}1\}$, $g\{221\}$, $\delta\{1\bar{1}2\}$, $\pi\{1\bar{3}1\}$, $*V\{131\}$, $w\{241\}$, $v\{2\bar{4}1\}$, $b\{2\bar{4}1\}$, $*H\{421\}$, $d\{4\bar{2}1\}$, $s\{423\}$, $i\{4\bar{2}3\}$, $*K\{243\}$, $*L\{2\bar{4}3\}$. Die neuen Formen gehören Zonen einfacher bekannter Formen an und zwar bilden $\{205\}$, $\{243\}$ und $\{131\}$ mit $\{021\}$ eine Zone, ebenso $\{2\bar{4}3\}$ und $\{205\}$ mit $\{1\bar{1}2\}$ und $\{021\}$; $\{421\}$ gehört der Zone $[110:201]$ an.

Verf. vergleicht seine gemessenen Winkel mit den allgemein angenommenen Marignacschen berechneten Werten; die Übereinstimmung ist befriedigend. Aus der langen Reihe der mitgeteilten Winkel seien hier nur die auf die neuen Formen bezüglichen mitgeteilt.

	Gemessen:	Berechnet:
$PF = (001) : (\bar{2}05) = 190^\circ 57'$		$200^\circ 8'$
$Fq = (\bar{2}05) : (\bar{2}03)$	$14^\circ 40'$	$14^\circ 38'$
$qG = (\bar{2}03) : (\bar{4}05)$	$6^\circ 57'$	$7^\circ 4'$
$Gy = (\bar{4}05) : (\bar{2}01)$	$39^\circ 31'$	$39^\circ 27'$
$MV = (010) : (\bar{1}31)$	$33^\circ 21'$	$33^\circ 18'$
$Vp = (\bar{1}31) : (\bar{1}11)$	$28^\circ 52'$	$28^\circ 55'$
$eV = (021) : (\bar{1}31)$	$32^\circ 15'$	$32^\circ 29'$
$Vw = (\bar{1}31) : (\bar{2}41)$	$18^\circ 12'$	$18^\circ 7'$
$nL = (0\bar{2}) : (\bar{2}\bar{4}3)$	$28^\circ 14'$	$28^\circ 19\frac{1}{2}'$
$Lo = (\bar{2}\bar{4}3) : (\bar{1}11)$	$17^\circ 4'$	$17^\circ 2\frac{1}{2}'$
$lH = (10) : (421)$	$18^\circ 54'$	$18^\circ 49\frac{1}{2}'$
$Ht = (42) : (201)$	$16^\circ 2'$	$16^\circ 15\frac{1}{2}'$
$nF = (0\bar{2}) : (\bar{2}05)$	$48^\circ 59'$	$48^\circ 55'$
$FK = (\bar{2}05) : (\bar{2}43)$	$36^\circ 44'$	$36^\circ 45'$
$\pi L = (\bar{1}31) : (\bar{2}\bar{4}3)$	$24^\circ 42'$	$24^\circ 46\frac{1}{2}'$
$L\delta = (\bar{2}\bar{4}3) : (\bar{1}\bar{1}2)$	$23^\circ 43'$	$23^\circ 52\frac{1}{2}'$

Zwillinge dieses Anorthit nach dem Albitgesetz hat bereits G. vom Rath beobachtet; Verf. fand auch zwei Zwillingsskrystalle nach dem Karlsbader Gesetz.

Auf der beigegebenen Tafel sind unter anderem in horizontaler Projection die am Anorthit vom Aranyer Berg beobachteten Formen und in stereographischer Projection sämtliche (49) bisher am Anorthit beobachteten Formen vereint.

Diaphorit von Felsőbánya. An einigen in Gesellschaft von Miargyrit und Sphalerit vorkommenden prismatischen Krystallen wurden durch Messung 12 Formen beobachtet, sämtliche vom Diaphorit schon bekannt: $b\{010\}$, $m\{110\}$, $n\{120\}$, $\pi\{130\}$, $x\{101\}$, $\psi\{102\}$, $r\{011\}$, $w\{021\}$, $y\{112\}$, $d\{144\}$, $\omega\{314\}$, $c\{534\}$. Die gemessenen Winkel stimmen mit den von Zepharovich berechneten überein. Besonders die Prismenzone der Krystalle ist stark gestreift.

Ref.: G. Melzer.

6. W. Lindgren (in Washington): Metasomatische Prozesse auf Gängen (Transactions of the Am. Inst. of Min. Eng., Washington Meeting, February 1900.

¹⁾ Diese Zeitschr. 5, 23.

— Abgedruckt in: Fr. Posepny, the Genesis of ore deposits. Second edition. New York 1902, S. 498—612. — Ausführlicher Auszug von Kaunhowen in Zeitschr. f. prakt. Geol. 1901, 9, 229—236; 1902, 10, 15—21, 90—104).

In der Form metasomatischer Mineralien (rein mineralogisch also als Umwandlungs- und Verdrängungspseudomorphosen) treten auf Gängen auf: Quarz (seltener Chalcedon und Opal), Rutil und Anatas, Flußspat, Kalkspat, Magnesit, Dolomit, Eisenspat, Muscovit und Sericit, Biotit, Chlorit, Augit, Hornblende, Granat, Epidot, Orthoklas, Albit, Turmalin, Topas, Kaolinit, Zeolithe, Eisenkies, Markasit, Kupferkies, Arsenkies, Magnetkies, Bleiglanz, Zinkblende, Tellurgold und -silber, Gediegen Kupfer, Gold und Silber. Metasomatischen Processen widerstehen: Apatit, Muscovit, Zirkon und Chromit. Die speciellen Verhältnisse der einzelnen Mineralien werden zum Teil unter Beigabe äußerst lehrreicher Abbildungen mikroskopischer Verhältnisse besprochen, derentwegen auf das Original verwiesen werden muß (zum Teil wiedergegeben in der Z. f. prakt. Geol.).

Nach metasomatischen Processen werden 14 verschiedene Gruppen unterschieden, die zum Teil scharf von einander getrennt werden können. Das erste Wort der Bezeichnungen in der folgenden Zusammenstellung weist auf den speciellen metasomatischen Proceß oder das vorherrschende Mineral hin.

1. Topas-Zinnsteingänge, 2. Skapolith-Apatitgänge, 3. Turmalin-Gold-Kupfergänge, 4. Biotit-Gold-Kupfergänge, 5. Propylitische Gold- und Silbergänge, 6. Fluoritische Tellurgoldgänge, 7. Sericit- und Kaolin-Goldsilbergänge, 8. Sericit- und Kalkspath-Goldsilbergänge, 9. Kieselige und Kalkige Quecksilbergänge, 10. Sericit-Kupfersilbergänge, 11. Kieselige und Dolomitische Bleisilbergänge, 12. Eisenspath-Silberbleigänge, 13. Sericitische Silberbleigänge, 14. Zeolithische Kupfer- und Silbergänge. Zahlreiche Beispiele erläutern diese Klassifikation unter Einfügung von vielen bisher noch unveröffentlichten mineralogischen Einzelheiten.

Aus den Schlußfolgerungen des Verfs. sind folgende Angaben noch von allgemeinerem Interesse: Infolge metasomatischer Umwandlung wird nur mäßig Wasser aufgenommen. — Das am häufigsten gebildete Mineral ist ein Kaliglimmer (Muscovit, Sericit, Zinnwaldit u. a.). Der vorwiegendste Umwandlungsvorgang zeigt sich in der allmählichen Abgabe von Natron und der verhältnismäßig sehr viel größeren Anreicherung an Kali, was mit der Bildung von Kaliglimmer eng verknüpft ist. Wo beide zusammen fortgeführt wurden, ist Natron immer in größerer Menge und leichter entfernt worden. [Es hängt dies wohl mit allgemeinen Erscheinungen zusammen, auf welche letzthin u. a. auch von Kohler, van Bemmelen, Dittrich und dem Referenten hingewiesen wurde]. — Das Totalergebnis der Umwandlung besteht häufiger in einer Zunahme an Gewicht oder Volumen, als in einer Abnahme. Wenn Sulfide in größerer Menge zugeführt werden, bewirkt die Gesteinsumwandlung gewöhnlich eine starke Massenzunahme. — Der Verf. nimmt nur für die Zinnerz, Apatit und Turmalin führenden Gänge (aber auch dort nur teilweise einwirkende) pneumatolytische Vorgänge an.

Für einen großen Teil der behandelten Gänge reicht die auflösende Kraft absteigender Gewässer nicht aus. Es müssen vielmehr aufsteigende Thermalwasser in Tätigkeit treten; solche müssen dort besonders wirksam gewesen sein, wo als zugeführte Massen vornehmlich Schwefel, Kohlensäure, Fluor, Bor und schwere Metalle in betracht kommen. Die Mehrzahl der Gänge ist mit Intrusivmassen in Verbindung zu bringen, selbst wenn die Lagerstätten in der an der Oberfläche liegenden Lava enthalten sind. Die Contactmetamorphose resultiert

zum Teil aus der Einwirkung von gasförmigen Verbindungen der Mineralisatoren (H_2O , CO_2 , F , B , S) mit den Schwermetallen. Diese Gase mischen sich in den Regionen der atmosphärischen Gewässer mit diesen und rufen dann noch weitere Einwirkungen hervor.

Ref.: Erich Kaiser.

7. R. Blewend (in Clausthal): Über den Cadmiumgehalt der Zinkerze, insbesondere der oberschlesischen, das Verhalten cadmiumhaltiger Zinkerze und Zinklegierungen vor dem Lötrohre und die Nachweisung des Cadmiums und des Zinkes auf trockenem Wege (Berg- und Hüttenmännische Zeitung, Leipzig, 1902, 61, 401—403, 413—416, 425—428).

Der höchste bisher nachgewiesene Cadmiumgehalt von Zinkblende beträgt 3,4 % (Eaton, New Hampshire) bzw. 3,2 (Shelburne, New Hampshire), der von Galmei 2,2 % (Wiesloch in Baden), während bei allen übrigen Vorkommen sich erheblich geringere Werte ergeben haben. So wurde von Jensch an oberschlesischen Erzen ein Cadmiumgehalt von höchstens 0,30 % ausfindig gemacht. Verf. fand nun in einer wasserhaltigen, glasigen Zinkspathkruste (Oberschlesien) 3,50 % Cd , in einer dünnen, traubigen und stalaktitischen Kruste von Zinkspath von der Brzozowitz-Grube bei Scharley in Oberschlesien 4,30 % Cd , 10,96 Fe , 36,95 Zn , Spuren von Mn , S .

Die Erkennung geringster Cadmiummengen auf der Kohle vor dem Lötrohre erfolgt nach Verf. am besten an dem Beschlage, der sich namentlich bei sehr geringen Mengen in charakteristischer Weise gefärbt zeigt. Dieser »Anlaufbeschlag« besteht aus einem mattschwarzen, rußähnlichen Ringe, der nach außen ins Kupferrötliche bis Messinggelbe übergeht. An die Innenseite des rußfarbigen Ringes legt sich ein prächtig tiefblau bis violett schillernder Saum. Es soll sich hiermit noch ein Gehalt von 0,002 % Cd neben Zn nachweisen lassen.

In der einseitig geschlossenen Glasröhre erhält man silberweißes Cadmiumdestillat beim Erhitzen des zinkhaltigen Erzes mit Kaliumoxalat.

Das Erhitzen von reinem Spateisenstein mit cadmiumhaltigen Zinkspat genügt, um aus letzterem einen Zn -freien Cd -Bslag zu erhalten.

Der Cadmiumsulfidgehalt der Zinkblende läßt sich durch Feilspähne von Fe , Mn , Al , Mg reducieren und als Cadmiumbeschlag im Glasrohre nachweisen.

Um das erhaltene Cd in das charakteristische, heiß leuchtend zinnoberrote, kalt orange bis citronengelbe Sulfid zu verwandeln, wird ein winziges Körnchen Schwefelblumen in die Glasröhre gebracht und nun nochmals scharf erhitzt.

Die auf diese Weise nachgewiesene geringste Cd -Menge betrug 0,001 %.

Ref.: Erich Kaiser.

8. L. Loewe (in ?): Goldvorkommen in der Eifel (Berg- und Hüttenmännische Zeitung, Leipzig 1902, 61, 537—539).

Gold ist an den Abhängen des hohen Venn in der Nordwesteifel an der preußisch-belgischen Grenze nach den auftretenden Resten alter Halden und Pingen gewonnen worden. Die alten Baue ziehen sich in breitem Zuge aus der Richtung von Viel Château an der belgischen Grenze über die Ortschaften Recht-Born-Montenau-Faymonville bis nach Büttgenbach. Das Gold tritt nur in Seifen in kleinen Körnchen (bis zu Erbsengröße) und Flitterchen zusammen mit Magnetit, Eisenkies, einem lichtgrauen, platinähnlichen [? Ref.] Mineral und Zinnstein [? Ref.] auf. Als Muttergesteine werden die Conglomerate und Arkosen des Gedinnien betrachtet. Neuere Versuche haben zur Verleihung von Goldfeldern geführt.

Ref.: Erich Kaiser.

9. R. Beck (in Freiberg in Sachsen): **Über eine neue Nickelerzlagertstätte in Sachsen** (Zeitschr. f. prakt. Geologie 1902, 10, 41—43, 379—384).

Derselbe: **Die Nickelerzlagertstätte von Sohland an der Spree und ihre Gesteine** (Zeitschr. d. Deutschen geol. Gesellschaft 1903, 55, 296—330).

A. Dieseldorff (in Hamburg, früher in Dresden): **Berichtigung einiger Angaben des Herrn R. Beck über „Die Nickelerzlagertstätten von Sohland an der Spree und ihre Gesteine“** (Zeitschr. d. Deutschen geol. Gesellschaft 1903, 55. Briefl. Mitt. S. 43—48).

Beck: Bei (Äußerst-Mittel-) Sohland an der Spree und am Schweidrich bei Schluckenau in Böhmen tritt ein von der sächsisch-böhmischen Landesgrenze überschrittener, den Granit durchsetzender Gang auf, der in seiner größten Erstreckung als ein Biotit-Proterobas, auf kürzere Strecken auch als Biotit-Diabas ausgebildet ist. Er führt sehr basische, spinellreiche und korundhaltige Ausscheidungen, sowie Knollen von spinell- und saphirhaltigem Sillimanitgestein neben Quarz- und Graniteinschlüssen.

Außer den weiter verbreiteten Bestandteilen des Proterobas findet sich Magnetkies, Kupferkies und Eisenkies angereichert als Imprägnation in der Nähe des Salbandes des Proterobasganges. Magnetkies tritt derb entweder körnig-krystallin oder blätterig-krystallin auf mit Einschlüssen von Kupferkies und Gemengteilen des Proterobas. Die chemische Zusammensetzung des Erzes, vor allem der Ni-Gehalt, der den eigentlichen Anlaß zum Bergbau gegeben hatte, geht aus den Analysen I. von Schiffner, II. von E. Kupffer hervor:

	I.	II.
Fe	56,0	54,5
Ni	6,0	5,52
Co		0,16
Cu	0,1	0,70
S	36,4	37,08
Sb	—	Spur
Ag	Spur	—
Rückstand	nicht bestimmt	2,00
	98,5	99,96

Kupferkies in feinkörnig-krystallinischen Massen gewöhnlich fein eingesprenzt inmitten des Magnetkieses. Als Neubildungen Malachit, Kupferlasur und Kupferpecherz. Eisenkies in feinkörnigen Aggregaten, nicht selten mit würfelförmigen Kryställchen. In der Übergangszone zwischen dem Eisernen Hut und dem unzersetzten Erzkörper ist als Ausfüllung einer Kluft secundärer Kupferglanz ausgeschieden. Die Zusammensetzung ist: 52,8 Cu, 16,3 Fe, 2,4 Ni, 0,0008 Ag, 30,2 S; Sa. 101,7, woraus die starke Durchsetzung mit nickelhaltigem Magnetkies hervorgeht (etwa 65 Kupferglanz auf 15 Magnetkies). Es wird die secundäre Entstehung des Kupferglanzes gedeutet dadurch, daß absteigende Lösungen von Kupfersulfat auf der Kluft in Contact gerieten mit den primären Sulfiden des Eisens und Kupfers, wobei die Ausscheidung von Kupferglanz nach folgender Formel verläuft:



Die Erze finden sich nun angereichert parallel zarten Klüften der Gesteine oder bilateral parallel bestimmten Linien oder peripherisch entsprechend ellipsoidischen Absonderungsformen des Gesteins. Die sulfidischen Erze nehmen nun einen Raum ein, den ursprünglich primäre Gemengteile inne hatten und

sind vergesellschaftet mit secundären, nichtmetallischen Mineralien, namentlich mit Aktinolith und Chlorit. Sie sind ferner an besonders stark zersetzte Partien des Gesteins gebunden, treten aber in allen Modificationen desselben auf.

Während Verf. in den ersten Publicationen das Sohlander Vorkommen mit den Nickelerzlagernstätten Norwegens, Canadas und anderer Gebiete verglichen und mit diesen für das Sohlander Vorkommen eine Entstehung als magmatische Ausscheidung angenommen hatte, führten ihn genauere Untersuchungen dazu, die Entstehung der Erze in eine Periode nach der Gesteinsverfestigung und Umwandlung zu legen. Die Erzimprägung wäre dann erfolgt unter der Einwirkung thermaler Wasser, die als ein letzter Nachklang der diabasischen Eruption aufzufassen seien.

Die Bemerkungen von Dieseldorff zu der Beckschens Arbeit haben für die mineralogischen Verhältnisse keine Bedeutung. Ref.: Erich Kaiser.

10. W. S. Vernadsky und S. P. Popoff (in Moskau bzw. St. Petersburg): **Über den Boraxgehalt von Eruptionsproducten aus dem Salsengebiet von Kertsch und Taman** (Zeitschr. f. prakt. Geol. 1902, 10, 79—84).

Borax findet sich in dem ausgestoßenen Schlamm der Vulkane (Salsen) der Halbinseln Kertsch und Taman, als Efflorescenz auf den ausgetrockneten Schlammströmen und gelöst in den Wässern der Kratersümpfe und Tümpel. Frühere Analysen des Schlammes geben keine Spur von Bor an, so daß entweder die Zusammensetzung der Eruptionsproducte sich geändert hat oder früher zu den Analysen Schlamm verwendet worden ist, der durch Regenwasser schon vollkommen ausgelaugt war.

Ref.: Erich Kaiser.

11. Ermisch (in Freiberg in Sachsen): **Die Kupfererze der Sünikgruben im Gouvernement Elisabetpol, Transkaukasien** (Ebenda 10, 88—89).

Die Sünikgrubenwerke im Kreise Sangesur, nicht weit von der persisch-türkischen Grenze, bauen gangförmige Kupfererze mit Quarz als fast ausschließlich auftretender Gangart ab. Von zurücktretender Gangart findet sich Kalkspat und wohl secundärer Gyps. An Erzen tritt auf: Kupferkies, Eisenkies, Buntkupfererz, gediegen Kupfer. Die Kupfererze sollen einen nicht unbeträchtlichen Gold- und Silbergehalt besitzen.

Ref.: Erich Kaiser.

12. F. Rinne (in Hannover): **Über eine Magnetisenerzlagernstätte bei Paracale in Nord-Camarines auf Luzon** (Ebenda 10, 115—117).

In der Umgebung des bato-balani (vgl. diese Zeitschr. 38, 315) starbt der Boden von zahlreichen großen und kleinen Magnetiseneisensteinfelsen. Wahrscheinlich ist das Magnetisenerz contactmetamorpher Entstehung infolge Einwirkung des Diorits auf den jetzt noch lose in Spuren auf dem Eruptivgestein gefundenen Kalkstein. Außer Granat ist aber kein weiteres Contactmineral gefunden worden.

Ref.: Erich Kaiser.

13. H. Oehmichen (in Challacollo in Chile, früher in Freiberg in Sachsen): **Kupfersulfatlagernstätte von Coquaque im nördlichen Chile** (Ebenda 10, 147—151).

Ein mittlalkörniger Biotitgranit zu Coquaque in dem Tale von Huatacondo, etwa 70 km östlich von Challacollo, ist in der Nähe des Contactes gegen Quarzite

und Hornsteine in bedeutender Erstreckung von Kupfersulfat durchtrümmert und imprägniert. Das Gestein ist stark zersetzt. Die Feldspäte sind fast ganz kaolinisiert, der Glimmer gebleicht oder ganz verschwunden. Überall tritt Brauneisenerz und Gyps auf, letzterer auch in Drusen in schön ausgebildeten Krystallen mit Kupfervitrioleinschlüssen. Molybdänglanz tritt in seltenen Fällen auf Kluftflächen mit Kupfersalzen auf.

Ref.: Erich Kaiser.

14. Gascuel (in ?): Diamantlagerstätten im südöstlichen Borneo (Annales des mines. Paris 1904 (9), 20, 4—23. — Auszug in Zeitschr. f. prakt. Geol. 1902, 158—161).

Im südöstlichen Borneo treten Diamanten in der Umgebung von Martapoera osö. von Bandjermasin im Flußgebiete des Riam Kanan und des Riam Kiwa, sowie des Bandjoe Irang auf. Die Diamantlagerstätte bildet die unterste Lage recht grober Geschiebe. Neben gerollten Quarzen bis zu Kopfgröße enthalten die Lagerstätten Geschiebe von Porphyry, glimmerführendem Quarzit, halbzersetztem Granit oder Pegmatit, muschelführendem Kalk, Feuerstein mit oder ohne anhaftende Kalke. Es findet sich keine Spur basischer Gesteine unter den Geröllen und Verf. schließt aus den mit dem Diamant zusammen auftretenden Gesteinen, daß das Muttergestein des Diamant ein Granit oder Pegmatit ist.

Mit dem Diamant treten zusammen auf: Gold in kleinen Blättchen, Platin in kleinen Stücken oder dünnen abgeplatteten Linsen, Korund, Rutil in kleinen schwarzen Kryställchen, Magnetit, Titaneisen, Chromeisen, Topas, Spinell und Zirkon.

Ref.: Erich Kaiser.

15. V. Novarese (in Rom): Die Erzlagerstätten von Brosso und Traversella im Piemont (Zeitschr. f. prakt. Geologie 1902, 10, 179—187).

Die berühmten Minerallagerstätten von Brosso und Traversella bei Ivrea (vgl. u. a. diese Zeitschr. 2, 376, 398; 11, 68, 362, 404; 14, 237, 620, 621; 18, 475; 21, 463, 424; 25, 505) sind als Erzlagerstätten bisher nicht beachtet worden. Sie sind gebunden an den Contact eines (quarzfreen bis quarzarmen Biotitamphibol-)Diorites (nicht »Syenit«, wie meist in der Literatur angegeben) gegen krystalline reine und dolomitische Kalksteine, welche dem Glimmerschiefer eingelagert sind. Die bei Traversella auftretenden Granatgesteine entsprechen Kalksilicathornfelsen.

1. Magneteisenerzlagerstätten des Bersellatales:

a) Reine Magneteisenerzlagerstätten des oberen Tales, Montajeu und Gias del Gallo. In der Nähe zweier kleiner Dioritstöcke lagerförmige Erzvorkommen, bestehend aus einem Gemenge von Magnetit mit einem mehr oder weniger vollständig serpentinierten Olivin. Andere Erze fehlen. Der Kalksilicathornfels zwischen den beiden Dioritmassen bildet die berühmte Fundstelle von schön krystallisiertem Pyroxen, Fassait, Epidot, Granat, Traversellit, Amphibol, Chabasit, Desmin. Pyrit und Kupferkies nur als mineralogische Seltenheiten.

b) Die Magneteisenerz- und Kupferlagerstätten des unteren Tales, die von Traversella im engeren Sinne, treten in unmittelbarer Berührung des großen Dioritmassivs auf. Die nördlichste Grube Castiglione baut Magnetit mit Serpentin-Lagerart ab. Neben vorwaltendem Magnetit tritt Eisenkies auf; Bleiglanz und Molybdänglanz finden sich örtlich fein eingesprengt oder lagerartig. In dem Riondello genannten Hauptgrubenreviere von Traversella zeigt sich eine

mannigfaltige Erz- und Mineralführung. Neben Magnetit ist nur Kupferkies abbaufähig vorgekommen. Eisenkies in sehr schönen Krystallen, nie aber in großen derben Massen. Daneben Magnetkies, Markasit, Arsenkies, Bleiglanz, Zinkblende, Antimonglanz, Molybdänglanz. Limonit, Cerussit und Malachit als Zersetzungsproducte. Hauptgangarten: Dolomit, Talk, Speckstein, Chlorit oder chloritartige Mineralien. Die gewöhnlich angegebenen Traversella-Gangarten: Kalkspat, Braunspat, Quarz, Flußspat treten nur untergeordnet auf. Scheelit im Kalkspat in isolierten Krystallen. Wolfram äußerst selten. Weder als Gangart noch als Drusenmineralien treten Granat, Epidot, Pyroxen, Traversellit, Amphibol auf; sie bilden die Hauptgemengteile der Kalksilicathornfelse.

2. Die Eisenglanz- und Pyritlagerstätten von Brosso sind in krystalline Kalksteineinlagerungen im Glimmerschiefer eingeschlossen. Pyrit scheint die Grenzflächen der Kalkbänke gegen den Glimmerschiefer zu bevorzugen, während der Eisenglanz den Kern der Bänke bildet. Beide Erze gleichartig. Kupferkies sehr selten in scharf abgesonderten Gängen in dem derben Pyrit. Untergeordnet, aber noch in ansehnlichen Mengen, wird Magneteisenerz abgebaut (nicht so schön krystallisiert wie bei Traversella). Ohne technischen Wert sind Markasit, Arsenkies, Bleiglanz, Zinkblende, Goethit, Bournonit. Hauptsächlichste Lagerart Kalkstein (wahrscheinlich secundärer Kalkspat). Untergeordnet sind Quarz und Spateisenstein. Schön auskrystallisierte Silicate treten bei Brosso nicht auf.

3. Technisch unbedeutende sulfidische Lagerstätten in Querspalten des Glimmerschiefers führen Eisenkies (goldhaltig im Gegensatze zu dem Eisenkies in den Lagern), Markasit, Arsenkies, Bleiglanz, Kupferkies, seltener Zinkblende, Antimonglanz, ?Bournonit und ?Federerz, mit Quarz und Spateisen als Gangart.

Die contactmetamorphen Erzlager und -stöcke von Traversella und Brosso verdanken ihre Entstehung den metallhaltigen Exhalationen und Lösungen im Gefolge der Dioritruptionen.

Ref.: Erich Kaiser.

16. W. Liebenam (in ?): Vorkommen und Gewinnung von Gold in Niederländisch-Ostindien. Nach einem Vortrage von S. J. Truscott (Zeitschr. f. prakt. Geol. 1902, 10, 225—230, 260—268).

Sumatra. Die Grube von Redjang-Lebong im südwestlichen Teile der Insel, etwa 150 km von der Stadt Ben Koelen an der Westküste, baut in Porphyrit bezw. Andesit aufsetzende Gänge ab, in denen das Gold entweder als Freigold oder als goldhaltiges Silber auftritt. Die Golderze führen einen Selengehalt von 4,35 %. In der Nachbarschaft liegen noch zwei andere Goldvorkommen, die vielleicht mit dem von Redjang-Lebong einem Gange angehören. Im Centrum der Insel tritt Gold bei dem Fort De Kock und Soepajang auf.

Borneo. In Westborneo tritt Gold in der Umgebung von Samba in Gängen und gangartigen Imprägnationen in alten Schiefern und Eruptivgesteinen auf. Neben Eisenkies treten Kupferkies, Bleiglanz, Zinkblende auf, in Sarawak soll goldhaltiges Antimonsulfid vorkommen. Daneben alluviale Goldvorkommen. In Central-Borneo treten auf der Kehajang-Grube goldführende Quarzgänge am Contacte Granit — alte Schiefer auf. Das Gold tritt zum großen Teile als Freigold auf. In den alluvialen Goldanhäufungen tritt als Begleiter gediegenes Kupfer auf. Im südöstlichen Teile Bornéos läßt sich Alluvialgold auf ausgedehnte Vorkommen eines leicht zersetzbaren Eruptivgesteines (Porphyrit bezw. Andesit) zurückführen.

Celebes. Der nördlichste Teil der Insel ist goldführend. Die Gruben

von Polehleh bauen Trümer von goldhaltigen Sulfiden (Eisenkies, Bleiglanz, Zinkblende, wenig Kupferkies, Antimon- und Arsensulfid, letztere aber nur analytisch nachgewiesen) in einem Diorit. Bei Soe(u)malata (vergl. das folgende Referat) besteht das Erz durchgängig aus Sulfiden; gangförmig in einem harten und compacten Porphyrit bzw. Andesit. Weitere Vorkommen: Denerki-Bay; Totok (Gold in Lamellen, blätterförmig, moos-, drahtförmig); Kataboenon.

Ganz allgemein tritt in Niederländisch-Ostindien das Gold in Gängen und in Imprägnationszonen auf, begleitet von Sulfiden und Quarz, in einem Porphyrit oder am Contact desselben gegen (devonische ?) Schiefer.

Ref.: Erich Kaiser.

17. G. A. F. Molengraaff (in Pretoria): **Über die Geologie der Umgegend von Sumalatta auf Nord-Celebes und über die dort vorkommenden goldführenden Erzgänge** (Zeitschr. f. prakt. Geol. 1902, 10, 249—257).

Die Arbeit enthält folgende mineralogische Notizen:

Der Granit des Bolio-Hutu-Gebirges grenzt gegen kristalline Schiefer, in denen Biotit und Skapolith eine große Rolle spielen. Als Contactminerale treten in Hornfelsen auf: Epidot, Axinit, Calcit, Grossular, Magnetkies. In den metamorphosierten Gesteinen wurde eine 10 cm breite Gangspalte gefunden, die erfüllt war von hellgelber, schön durchsichtiger, sehr reiner Zinkblende, etwas Eisenkies und Quarz.

In der Umgegend von Sumalatta wird die Wubudu-Eruptivbreccie (bestehend aus Fragmenten von Eruptivgesteinen, größtenteils Porphyriten, die zu einem harten Gestein, einer Breccie, verfestigt worden sind) von mannigfachen Porphyritgängen durchsetzt. Erzgänge sind häufig, aber nicht immer an diese Eruptivgänge gebunden. Der Paradjawagang führt goldführenden Magnetkies, nur ganz wenig Quarz und Calcit. Der Nord- und der Südgang führen nur wenig Gangart (Quarz, selten etwas Calcit). Das im ganzen gold- und silberhaltige Erz besteht aus (geordnet nach der relativen Häufigkeit): Arsenkies, Eisenkies, Magnetkies, etwas Zinkblende, Bleiglanz und als Seltenheit Kupferkies. Schöne Krystallgruppen von Arsenkies und Quarz. Der Veta-Nueva-Gang führt ebenfalls Eisenkies und Arsenkies als Hauptminerale.

Ref.: Erich Kaiser.

18. J. H. L. Vogt (in Kristiania): **Platingehalt im norwegischen Nickel-erz** (Ebenda 10, 258—260).

Der Nickel-Magnetkies von Sudbury in Canada besitzt einen constanten Platingehalt, den man auf das Mineral Sperryolith zurückführt (vgl. diese Zeitschr. 15, 285, 290; 25, 561; 38, 58). An anderer Stelle tritt es (Ramblermine in Wyoming) in kleinen Mengen gebunden an Kupfererze, speciell Kupferkies auf (diese Zeitschr. 25, 561; 38, 155). Wegen der großen Ähnlichkeit der norwegischen Nickel-Magnetkieslagerstätten mit den canadischen vermutete Verf. auch in ersteren einen Platingehalt und fand bei genauerer Untersuchung in 2 kg Nickelstein 0,0053 g Platin, Gold 0,00098 g, Osmium-Iridium 0,00023 g. Aus Analogiegründen führt Verf. auch den Platingehalt in den norwegischen Vorkommen auf Sperryolith zurück. In allen bisher untersuchten Nickelsteinen fand sich immer dasselbe Verhältnis zwischen Nickel und Silber, Gold und Platin; Silber immer reichlicher als Platin und dies wieder reichlicher als Gold. Die Nickelmagnetkieslagerstätten sind nun nach früheren Angaben vom Verf. (diese

Zeitschr. 25, 428) durch einen magmatischen Differentiationsproceß entstanden. Das Gabbromagma, aus dem sie entstanden, muß also einen ursprünglichen Gehalt nicht nur an Nickel (Kobalt und Kupfer), sondern auch Silber, Gold und Platin enthalten haben. Der Ni-Gehalt beträgt 0,05%. Unter der Voraussetzung, daß die Edelmetalle in demselben Verhältnisse wie Nickel concentrirt wurden, würde das ursprüngliche Gabbromagma enthalten haben ca. 0,00004 Ag, ca. 0,0000004 Au, ca. 0,0000004 Pt.

Das Auftreten des Platins (vgl. die Zusammenstellung nach Kemp, diese Zeitschr. 38, 699—704) faßt Verf. folgendermaßen zusammen:

1. Das Auftreten von gediegenem Platin auf primärer Lagerstätte im Olivinfels beruht auf magmatischer Differentiation.

2. Das Auftreten auf den Nickelmagnetkieslagerstätten von Canada, Norwegen und Schweden beruht ebenfalls auf einem magmatischen Concentrationsprocesse.

3. Platin fehlt vollständig oder nahezu vollständig auf den meisten durch hydrochemische Prozesse gebildeten Erzlagerstätten.

4. Platin scheint in den basischen Eruptivgesteinen reichlicher als Gold verbreitet zu sein.

Ref.: Erich Kaiser.

19. F. W. Volt (in Freiberg in Sachsen): **Das Kupfererzorkommen bei Senze do Itombe in der portugiesischen Provinz Angola, Westafrika** (Zeitschr. f. prakt. Geol. 1902, 10, 354—357).

In dem oberen Cenoman angehörenden Conglomeraten finden sich Kupfererze derart, daß kohlen-saures Kupfer neben kohlen-saurem Kalk und Kaolin (? Ref.) das Cement des Gesteines bildet, so daß die Conglomeratbank völlig mit Kupfererzen imprägniert ist. Je nach dem Auftreten von Malachit oder Kupferlassur wechselt die Färbung. In Hohlräumen finden sich Krystallgruppen beider. Große Nester enthalten noch Kupferglanz. Nach der Tiefe zu gehen die Erze in sulfidische über: Knollen von Kupferglanz, in ganz geringen Mengen noch Bleiglänze. Weiter treten auf: Volborthit als grünlichgelber Anflug auf Kluftflächen, Kieselkupfer, Kalkspat, Aragonit und Baryt, zum Teil wohl krystallisiert.

Ref.: Erich Kaiser.

20. F. Kretschmer (in Sternberg, Mähren): **Die nutzbaren Minerallagerstätten der archaischen und devonischen Inseln Westmährens** (Jahrb. d. k. k. geolog. Reichsanst. Wien 1902, 52, 353—494).

Der Graphit von Schweine und Vierhöfen enthält viel hexaëdrischen oder oktaëdrischen Pyrit, ferner secundären Melantherit; die Graphitlagermasse ist verwachsen mit Calcit, Quarz, kaolinisiertem Feldspat, dunklem Lagerkalk und Limonit. Auf Klüften finden sich büschelige Aggregate wasserklarer Gypsnadeln der gewöhnlichsten Form, zum Teil verzwilligt. Die Zusammensetzung des Schweiner Graphites ist C 32,84, H₂O 5,50, organische Substanz 0,69, S (?) 4,30, Asche 59,70%; Summe 100,00.

Von dem Eisenerzlager Quittein (Kwittein) werden folgende Mineralien aufgezählt: Graphit, derb, dünn-schieferig, lettenartig und erdig; gemengt mit Quarz oder Bestandteil graphitischer Thonschiefer. Pyrit, meist derb; gewöhnlich körnige Pyritaggregate in Verwachsung mit Quarz, Göthit, Limonit; sehr reichlich eingesprengt in frischen Sideritgrauwacken und Graphitschiefern in Form kleinster kubischer Kryställchen; daneben selten mikroskopisches

Buntkupfererz. Die resultierenden Limonite sind *Zn*-haltig. Die tiefsten Partien der Limonitlager führen kopfgröße Stücke körnigen Pyrites mit dichtem Siderit, wohlkrystallisierten Baryttafeln, Quarz und Thon. Umwandlung in Goethit und Limonit ist allgemein sehr häufig. In grobkörnigen Sideritgrauwacken finden sich rundliche Concretionen, bis 3 cm Durchmesser, aus Pyrit und Thonschlamm. Quarz. Kleinste Krystalle finden sich im Innern der braunen Glasköpfe und in Drusenräumen des Eisenkiesels, feinkörnige bis dichte Aggregate in Breccien auf den Eisenkiesellagern und in Verwachsung mit Limonit. Eisenkiesel, öfter gelbbraun als blutrot, ist sehr häufig in Lagern und Stöcken, ferner auf Limonit- und Kalksteinlagern. Er enthält 78,80—85,95 SiO_2 , 5,37—16,20 Fe_2O_3 , außerdem Al_2O_3 , CaO und H_2O . In Breccien aus weißem Quarz, gelbbraunem Eisenkiesel, ockergelbem Jaspis, braunem Kieseisenstein und Limonit finden sich secundäre Psilomelanaggregate, zuweilen mit Quarz überrindet, Wad, Limonit und häufig wasserklare Barytkrystalle. Chalcedon, ein Zersetzungsproduct von Sideritgrauwacken, ist in allen Farben und Formen zu treffen, sehr häufig im Innern der braunen Glasköpfe, dann in dünnchaligen Überzügen auf Limonit, in Form schwimmkieselähnlicher Massen. Cavernöser Chalcedon ist mit Achatzeolithen ausgekleidet. Er bildet öfters Pseudomorphosen nach Baryt. Krystalle und Fragmente des letzteren sind zuweilen im Chalcedon suspendiert. Band- und Achatjaspis finden sich namentlich auf Erzlagern der Rosamundazeche. Hämatit-Schüppchenaggregate haben oft in ihrem Kern körnigen bis feinerdigen Wad. Solche Concretionen sitzen im Innern brauner Glasköpfe zusammen mit Sammetblende, Hämatit- und Limonitocker. In der Rinde brauner Glasköpfe finden sich zuweilen Hämatit und Limonit in festungsachatähnlicher Wechsellagerung. Opal bildet Rinden, traubige, nieren- und warzenförmige Überzüge auf Eisenkiesel und Limonit. Sandige, pulverige, zackige, stalaktitische und skelettartige Aggregate amorpher Kieselerde, zuweilen gemengt mit erdigem Kaolinit, finden sich im Innern brauner Glasköpfe. Goethit kommt in Form rubinroter, durchscheinender, stark glänzender, dünntafeliger Lamellen auf Kluftflächen in schieferigem Limonit vor. Jene bilden hexaëdrische Zellen, deren Flächen Streifung wie beim Pyrit zeigen. Es liegen wohl Umhüllungspseudomorphosen nach kleinsten Pyritkryställchen vor. Goethit findet sich derb in den gewöhnlichen Formen, im Innern der Glasköpfe als »Sammetblende« und auf den Enden der Limonitstalaktiten in zarten spießigen Lamellen. Limonit bildet als Glaskopf, Derberz und Mulm fast ausschließlich das Quitteiner Erzlager und erscheint hervorgegangen aus Siderit. In den reicheren Lagern herrschen die oft prachtvoll stalaktitischen Glasköpfe weit vor. Limonit nähert sich in den höheren Horizonten dem Hydrohämatit und Hämatit. Auf tieferen Sohlen haben die Glasköpfe Kerne aus dichtem Siderit. Pseudomorphosen von Limonit nach Siderit wie auch nach Baryt wurden beobachtet. Zuweilen sind die Barytkrystalle vollkommen ersetzt, insbesondere, wenn ihre Form annähernd hexaëdrisch ist. — Analyse I. betrifft eine Durchschnittsprobe von braunem Glaskopf und derbem Limonit vom Maschinenschachter Haupterzlagerzug (Resultat aus vier Analysen berechnet). Silber wurde darin in Spuren nachgewiesen. — Als Kieseisenstein finden sich dichte, mit erheblich mehr als 30 % SiO_2 imprägnierte Limonite verzeichnet, welche nach Lagerung, Zusammensetzung und Einschlüssen zwischen der Limonithauptmasse und dem Eisenkiesel vermitteln. Calcit ist im ganzen, namentlich in den oberen Teufen, selten. Drusen auf mit Limonit durchzogenem Kalksinter zeigen kleine farblose Krystalle von den gewöhnlichsten Formen. In Drusen in Lagern und stock-

förmigen Kalksteineinschlüssen der Sideritgrauwacken ist neben Calcit wohlkristallisierter farbloser Baryt zugegen. Vom Siderit finden sich erst in größeren Tiefen (über 52 m) noch Reste. Analyse II. betrifft ausgewählte Handstufen von Limonit. Erwähnt wird eine große Pseudomorphosenbildung von teilweise in Limonit umgewandeltem Siderit nach Calcit. Häufig findet sich in Glaskopf-Stalagmiten und Stalaktiten Limonit mit Wad in Wechsellagerung. Besonders schön sind dendritische Zeichnungen und körperhafte Dendriten aus glänzendem Wad auf sammetblendeähnlichem Limonit, ferner mit silberglänzendem Wad bekleidete Limonit-Glaskopfgeoden. Erdiger Psilomelan bildet Einschlüsse und Ueberzüge im braunen Glaskopf, sowie auf Limonitkluftflächen. Einschlüsse im Eisenkieselager stellen mit Psilomelanadern durchwachsene Partien von weißem Quarz und gelbem Eisenkiesel dar, deren Structurflächen und Drusenräume mit Psilomelan überrindet sind. In den Krystalsphäroiden des letzteren gruppiert sich um einen feinerdigen Psilomelankern eine äußere Zone von glänzender, blätteriger Beschaffenheit. Auf solchen Aggregaten sitzen wasserklare Baryte. Der Habitus der Barytkrystalle ist sowohl rhombisch- wie rectangulärtafelig. Von Barytcombinationen fanden sich bisher: $\{001\}$, $\{110\}$ am häufigsten; nicht sehr häufig $\{001\}$, $\{110\}$, $\{102\}$, $\{010\}$ oder $\{001\}$, $\{102\}$, $\{010\}$, an gleicher Fundstelle auch $\{001\}$, $\{102\}$, $\{110\}$, wobei das Prisma anscheinend hemiëdrisch wird, die Krystalle bilden dann abgeschrägte vierseitige Tafeln; $\{001\}$, $\{110\}$, $\{100\}$ oder $\{001\}$, $\{110\}$, $\{h k 0\}$ ($h < k$) sind sehr häufig, dabei erscheinen $\{110\}$, $\{h k 0\}$ ($h < k$) und $\{100\}$ oft vertical stark gestreift. In Drusenräumen eines Kalksinters finden sich scharfe kleine Kryställchen $\{001\}$, $\{102\}$, $\{110\}$; bei sehr prävalierendem $\{001\}$ erscheinen nach b ungewöhnlich gestreckte Krystalle $\{001\}$, $\{102\}$, $\{111\}$, bisweilen mit $\{010\}$, lanzettförmig. Aus der Form $\{001\}$, $\{100\}$, $\{110\}$, $\{010\}$ entstehen durch Streckung von $\{001\}$ nach b und Verschwinden von $\{100\}$ sechsseitige Tafeln; solche wasserklare stark rissige Krystalle verwachsen \parallel zu großen Tafeln oder bilden Gruppen aneinandergereihter Individuen. Besonders schöne Krystalle gehören der Kombination $\{001\}$, $\{102\}$, $\{110\}$, $\{011\}$ an, wozu sich noch $\{010\}$ und sehr untergeordnet $\{111\}$ gesellen; auch andere achtseitige rectanguläre Tafeln $\{001\}$, $\{011\}$, $\{100\}$, $\{110\}$ mit stark gestreiften $\{100\}$ und $\{110\}$ bilden farblose Überzugsdrusen auf Structurflächen schieferigen Brauneisenerzes. $\{001\}$, $\{100\}$, $\{110\}$, $\{h k 0\}$ ($h < k$) erscheint hier meist dicktafelig; dünntafelig wird die Combination ohne $\{010\}$, sowie durch Zurücktretten von $\{100\}$ und $\{h k 0\}$ ($h < k$). Die Barytkrystalle sind meist zu den mannigfaltigsten Drusen und Gruppen vereinigt. Die durchschnittliche Größe der flächenreicheren Krystalle ist 5—10 mm; einfachere Formen werden mehrere cm groß. Außer Blau kommen alle sonst bei Baryt beobachteten Farben vor. Sehr verbreitet ist derber Baryt.

Große farblose und weiße Barytkrystalle sind oft mit \parallel verwachsenen flächenreichen tafeligen Subindividuen bedeckt; Kluft- und Drusenräume solcher Barytaggregate erscheinen nicht selten mit braunem Glaskopf zart überrindet, der ein prachtvolles pfauenschweifartiges Farbenspiel zeigt. Die schönsten Drusen von Barytkrystallen fallen ihrer Entstehung nach in die Periode der Glaskopfbildung (Umwandlung von $FeCO_3$, $MnCO_3$, $ZnCO_3$ in die Hydroxyde). Die jüngsten flächenreichen Baryte gehören einer epigenetischen Periode an und sind im Innern der Glasköpfe und auf den Structurflächen der Limonite usw. auf Drusen älterer Krystalle aufgesetzt. Bei Quittein tritt der Baryt unter ähnlichen Verhältnissen wie am Hüttenberger Erzberge auf, doch fehlt hier der Turmalinfels. Benachbarte thonig-dolomitische Kalksteine enthalten bis 2,80 % $BaSO_4$, wovon

das Ba nach des Verf. Ansicht aus dem Meerwasser durch die Meeresfauna als $BaCO_3$ in den Kalkstein gelangt ist und schließlich in $BaSO_4$ umgewandelt wurde durch $FeSO_4$ und H_2SO_4 aus den Pyriten der Sideritgrauwacken und Graphitschiefer. Der Baryt wird demnach als ein primärer Bestandteil der später verdrängten Kalke aufgefaßt, der dann in dem ersetzenden Eisenerz und Eisenkiesel, sowie in zunächst angrenzenden Nebengesteinen in Krystallen eingestreut oder durch metasomatische Konzentrationsprozesse in derben Lagen und Lagern angereichert wurde. Gyps kommt auf Structurflächen modifizierter Sideritgrauwacken der oberen Teufen vor, den intacten Sedimenten fehlt er. Die sehr kleinen Krystalle zeigen die gewöhnlichsten Formen. Die nähere Paragenesis ist Limonit, Siderit, Nontronit; dies läßt auf den Zusammenhang der Gypsbildung mit der Oxydation des Pyrites in den Sideritgrauwacken und auf eine genetische Verknüpfung mit Baryt und Siderit schließen. Evansit mit 38,6 % H_2O in einer Probe, enthält bisweilen auffällig viel SiO_2 . Er bildet hyalitähnliche Überzüge, Drusen und Gruppen in stark ausgelaugten, zu einer Art Kieseluff gewordenen Sideritgrauwacken. Untergeordnet finden sich Kaolin und Steinmark. Letzteres ist beschränkt auf das Innere von Glasköpfen. Pinguīt, sonst eingesprengt in tauben Bergmitteln, bildet auch recente Lagen im regenerierten Bergversatz. Von blutrotem und ockergelbem Eisenbol kommen Gemenge als Achat- und Bandbol vor. (Analyse III. betrifft blutroten Bol.) Er ist ein secundäres Accessorium auf den Erzlagern, bildet aber auch größere Bestandsmassen. Secundärer Allophan, fast überall accessorisch auf dem Erz und den Nebengesteinen, findet sich nur in Gemengen. (Analyse IV betrifft weißen Allophan aus einem Pecherzlager.) Mitunter finden sich 4—5 % Fe_2O_3 als Limonit beigemengt. Allophan ist aus thonigem Siderit und Producten der Nebengesteine hervorgegangen. Der selteneren blauen Varietät ist Cu-Silicat beigemischt. Das »Steinschmalz« der Bergleute entspricht qualitativ einem Gemenge von Allophan und Evansit und wird vom Verf. als Phosphat-Allophan bezeichnet. Es zeigt zum Teil kaolinartigen Habitus, kommt aber auch derb eingesprengt oder in traubigen, nierigen, stalaktitischen, kascholongartigen Massen vor, welche mit dem weicheren »Steinschmalz« und mit Evansit in ausgelaugten Sideritgrauwacken am Contact mit krystallinem Kalk auftreten.

Die für die Genesis des Erzlagers so bedeutsamen Sideritgrauwacken scheinen von Ablagerungen in Sümpfen herzurühren, in welchen Pflanzen unter Luftabschluß vermoderten, und welche gleichzeitig von eisenbicarbonathaltigen Quellen gespeist wurden.

»Die Eisenerzlager von Quittein stehen zu den Diabasen des Gebietes in Beziehung und reichen nur so weit in die Tiefe, als die Schichten der festen Nebengesteine (eisenschüssige und graphitische Grauwacken-, Thon- und Mergelschiefer) in milde schieferige Kaolin-, letten- und bolartige, sowie pinguītführende Massen zersetzt erscheinen. Auflockerungsprozesse an jenen Gesteinen hängen causal mit der Erzbildung zusammen. Diese erfolgte secundär auf dem Wege der Lateralsecretion durch metasomatische Anreicherung von oben her bis zu einer gewissen Teufe. Hauptsächlich ging das primäre $FeCO_3$ der graphitischen Grauwacken- und Thonschiefer in Lösung, das mit Ca-Bicarbonat auf den Eisenerzlagern concentrirt wurde und so wesentlich zur Bildung der soliden Erzmassen beitrug. Der Absatz als Carbonat ging unter Luftabschluß und in Berührung mit reducirenden organischen Resten vor sich, welche als Graphit in den Grauwacken erscheinen. Pyritartige dunkle Grauwacken- und Thonschiefer erzeugten bis heute fortdauernd $FeSO_4$ und H_2SO_4 . Diese kräftigen Agentien

wirkten auf die Carbonate der Kalksteinlager unter Abscheidung von Gyps und Baryt und Bildung von Siderit. Aus letzterem gingen derber Limonit und Glasköpfe hervor, unter Bildung der sekundären Mineralien und unter weiterer Concentration des Eisengehaltes der Erze; aus den Kalklagern wurden mächtige Eisenkiesellager durch einen intensiven und nachhaltigen Cementationsprozeß; ein ähnlicher hat zur Bildung der Eisenerz- und Glaskopf-Lager und -Linsen, sowie des »schönen Erzgebirges« geführt, d. h. letten- und bolartiger, sowie pinguitführender Massen, die wie eine Matrix die Eisenerzlager umschließen. In der Regel fand die Metasomatose am Contact zwischen dem liegenden Kalklager und dem hangenden Graphitschiefer statt, da zumeist an dieser Grenze die Erzlagerstöcke auftreten.«

Das Bleiglanzvorkommen bei Rippau besteht im wesentlichen aus kristallinem bis dichtem Baryt mit eingesprengtem Ag-haltigen Bleiglanz, untergeordnetem Siderit, Limonit und Hämatit, sowie Kalkspat und Quarz.

Analysenergebnisse.

	I.	II.	III.	IV.
Fe_2O_3	62,10	54,97	7,94	—
MnO	1,90	—	FeO 1,56	—
ZnO	0,90	1,00	—	—
SiO_2	19,30	5,84	42,93	39,13
Al_2O_3	4,20	4,05	28,52	34,65
CaO	0,80	1,09	—	0,65
MgO	Spur	—	—	—
BaO	0,01	—	—	—
SO_3	0,35	—	H_2O 13,88 ¹⁾	—
P_2O_5	1,20	0,27	0,28	0,89
H_2O	9,20	30,05	5,15 ²⁾	24,02
	99,96	97,27	100,26	99,34

Ref.: E. Düll.

21. K. Schlegel (in Leipzig): Das Magnetiseenerzlager vom Schwarzen Krux bei Schmiedefeld im Thüringer Walde (Zeitschr. d. d. geolog. Gesellsch. 1902, 54, 24—55).

Das bisweilen etwas schiefrige Erz enthält stets Fluorit, der aber nur in gröberkörnigen Varietäten in Form rauhfächiger, durch ihre ganze Masse schwach violett gefärbter Partien makroskopisch hervortritt; manchmal durchziehen feine Flußspatadern das Erz. In feinkörnigem Magnetiseisen sitzen öfters größere Wolframite, in gröberkörnigem dagegen kleine Molybdänit- und Barytkörner, sowie Pyritkryställchen. Die Magnetite sind oktaëdrisch ausgebildet. Wolframit erscheint in mehreren cm großen blättrig-schaligen Aggregaten, deren lamellare, mitunter eigentümlich geknickte Streifung auf Zwillingsbildung schließen läßt. Dichter Pyrit lagert sich unregelmäßig zonal dem Gestein gewöhnlich da ein, wo fleischfarbener, makroskopisch nicht bestimmbarer Baryt als Bindemittel für die Pyrit- und Magnetitindividuen erscheint. Auf dichtem Gemenge von Magnetit, Eisenglanz und Baryt sind vereinzelt über 1 cm große fleischfarbene Baryttafeln aufgewachsen, welche, zu Aggregaten zusammen tretend, mit Hämatitschüppchen erfüllte oder ausgekleidete Hohlräume

1) Chemisch gebundenes H_2O .

2) Hygroskopisches H_2O .

freilassen. Derber fluoritführender Magnetit von da enthält neben 88,55 % Fe_2O_3 9,10 % Mn_2O_3 . Hohlräume im Derberz werden nur durch den Magnetit selbst begrenzt. Zu den constanten mikroskopischen Gemengteilen des Erzes gehört Allanit. »Quarzmagnetitfelse« vermitteln zwischen sehr magnetitarmem Quarzfels und dem normalen Magnetitfels. Im allgemeinen erscheint Magnetit in Zonen angereichert. Verwitterter Haldenschutt repräsentiert Gesteine mit vorwiegend Calcit und Granat; letzterer bildet in Hohlräumen dicht gedrängte, bis $1\frac{1}{2}$ cm große Krystalle {110}, {211}, selten {110}, {hkl}, die mit Eisenoxydhydrat inkrustiert sind. Der Granat des Haldengesteins erscheint im Dünnschliffe grünlichgelb; jenes führt auch Allanit mit Zwillingslamellen, die nach einer Fläche aus der orthodiagonalen Zone verwachsen sind; die Verwachsung nach {100} wurde einmal nachgewiesen. Verf. hält das Magnetitvorkommen vom Schwarzen Krux für ein durch Granitcontact verändertes Roteisenerzlager, den Granatfels der Halden für ein contactmetamorphes Kalklager. Letzteres hat wohl das zur pneumatolytischen Fluoritisierung des Erzlagers nötige Ca geliefert. Auch die Anreicherung an Allanit im Magneteisenerz und die Durchsetzung des letzteren mit Baryt werden auf Pneumatolyse zurückgeführt.

Ref.: E. Düll.

22. P. Krusch (in Berlin): **Über neue Kobaltaufschlüsse im Thüringer Walde** (Zeitschr. d. d. geolog. Ges. 1902, 54, Verhandl. 55—58).

Der neue Kobaltgang bei Schweina-Glücksbrunn (Beyschlag-Rücken genannt) führt neben Speiskobalt mit Würfel- und Oktaëderflächen auch Schwerapat. Das Erz bildet häufig ein derbes, bis 20 cm mächtiges Trum. Es enthält in %

Co	10,93	As	75,04	Cu	0,34	Rückstand 0,70.
Ni	6,12	Fe	5,22	S	4,64	

Dies entspricht der Formel $(\text{Co}, \text{Ni})_2\text{As}_8$. Zwischen Kupferschieferflözen bei Königsee wurden erdige, gelbe bis schwarze Massen mit maximal $\frac{1}{2}$ % Co, etwas Ni, reichlich Fe und Mn gefunden, deren Kobaltgehalt vermutlich aus zersetztem Speiskobalt herrührt.

Ref.: E. Düll.

23. Derselbe: **Das Goldvorkommen am Berge Roudny in Böhmen** (Ebenda, Verhdlgn. 58—62).

In einem Complex von Granit, Gneißgranit und Amphibolit setzt ein System zahlreicher feiner mit Quarz und Kies erfüllter Spalten auf. Von ihnen aus ist nach beiden Seiten der Granit bis mehrere Meter weit mit Quarz und Pyrit imprägniert und von Trümmern des gleichen goldführenden Materials durchsetzt. Das Gold ist meist an den Kies gebunden, kommt aber auch frei, äußerst fein verteilt im Quarz vor und bildet auf Klüften im Quarz und Kies Bleche und undeutliche Krystalle. Von den Spalten weg nimmt der Au-Gehalt ab, ebenso mit dem Gröberwerden der Kiesaggregate. Der unveränderte Gneißgranit ist so gut wie frei von Gold, ebenso die pyrithaltigen Amphiboliteinlagerungen. Die kieselsäure-, eisen- und goldführenden Thermalwässer zerstörten den Biotit und Feldspat des Granites und setzten dafür gleichzeitig feinkrystallinen Au-haltigen Kies und Quarz, später reinen Quarz ab, der allgemein die letzte Ausfüllung bildet. Auch die größeren Pyritkrystalle wurden wahrscheinlich aus einer goldarmen Mutterlauge ausgeschieden. Aplit durchsetzt die Imprägnationszonen.

Ref.: E. Düll.

24. E. Naumann (in Frankfurt a. M.): **Über die Entstehung der Erz-lagerstätten des Kupferschiefers und Weißliegenden am Kyffhäuser** (Zeitschr. d. d. geol. Ges. 1902, 54, Verhandl. 122—124).

Das Kupfererz tritt hauptsächlich im »Sanderz«, einer oberen Lage des Weißliegenden, auf in Form von Kupferkiespartikeln bis Erbsengröße, neben überwiegenden runden Pyritkörnern, als eine nach der Ablagerung der Kupferschiefer entstandene Bildung. Auf den alten Halden der Schweinsköpfe am S.-Abhange des Kyffhäusergebirges findet man nicht selten einige Millimeter starke Platten von Kupferglanz. Es handelt sich bei diesen beiden Vorkommnissen um Verdrängungserscheinungen.

Ref.: E. Düll.

25. E. Kohler (in München): **Die Amberger Erzlagerstätten** (Geogn. Jahresh. München 1902, 15, 1—50).

Der höchst unregelmäßig geformte Amberger Erzstock — Nester und Linsen von Brauneisen und Siderit in Sand und Letten gehüllt — legt sich, ohne selbst gefaltet zu sein, an stark gefaltete und zertrümmerte Juraschichten an, wobei der fossilfreie Siderit in Dolomit übergeht, der Sand teilweise in Dogger- und Liasthon sich fortsetzt. Der im Amberger Erzberge einen ansehnlichen Stock bildende Siderit, weiß bis grau, zuckerkörnig, teilweise cavernös, sieht frisch ganz wie Dolomit aus; wo er nicht durch Thon bedeckt ist, wird er nach außen hin grusig und zerreiblich wie Dolomitasche; dann folgt großluckiges Brauneisenerz, Stilpnosiderit wie Goethit (in Form schöner Stalaktiten und Glasköpfe mit Nadelerz und Sammetblende), auf Drusenflächen mit irisierenden Hydrathäutchen, Kakoxen und Wavellit. Solches Brauneisen ist im ganzen sehr hart und faserig, sein Hydroxydgehalt ist gering. Zur Zeit gewinnt man vorwiegend dichtes Brauneisen, z. B. bei Etzmannsberg Glasköpfe, deren ursprüngliche Drusenräume durch helleren, hydroxydreicheren Limonit geschlossen sind; häufiger noch ist das dichte Erz eine Zerreibungsbreccie aus Goethit, mit Limonit als Bindemittel. Außerdem finden sich ockerig-mulmiges »Lebererz«, sodann »Blutzer« (annähernd Hämatit mit ganz wenig Hydroxyd), ferner Psilomelan und Pyrolusit als Anflug auf Drusenräumen, seltener in Putzen und Nestern, endlich die bekannten Amberger Phosphate. Zinkspat wurde seit v. Voith¹⁾ nicht mehr beobachtet; Zinkcarbonat ist jedoch dem dortigen Erze reichlich beigemengt.

Analysen: a. von Amberger Stufferz, b. von Etzmannsberger Roteisenknollen.

	a.	b.
Fe_2O_3	85,98	82,84
Mn_2O_3	0,37	4,33
P_2O_5	0,40	0,02
Hydratwasser	10,27	} 0,84
Feuchtigkeit und Verlust	0,93	
In HCl unlöslich	{ Al_2O_3 SiO_2 } 2,36	{ 1,97 12,68
	100,01	99,65

¹⁾ N. Jahrb. f. Min. usw. 1836, 518 ff.

Adern und Schnüre der tauben Mittel durchziehen die oft von Hornsteinknollen, hie und da von verkieselten Juraversteinerungen durchsetzten Erznestern: in sändig-letztiger Grundmasse der »Conglomeratstrecke« liegen eckige Sandsteinfragmente, ausgelaugte Hornsteinknollen und hohle Geoden radiaifaserigen Brauneisens, die etwas Schlamm enthalten. Die Schale der unrunder Geoden ist brüchig; dies würde gegen die Annahme sprechen, daß abgerolltes Bohnerz vorliegt.

Nach N.W. finden sich längs der Amberger Dislocationsspalte in Einbuchtungen des Weißjura-Kalksteins ähnlich beschaffene Erzanreicherungen. Im Ornatenthon der Grube Etzmannsberg treten häufig dunkle Phosphoritknollen auf; daselbst ist im Liegenden des Brauneisens zuweilen Manganerz (Schwarzeisenstein) angereichert. Ähnliche Erzvorkommnisse wie bei Amberg trifft man längs der Vilseck-Auerbacher und Freihung-Kirchenthumbacher Verwerfung. Auf letzterer setzen die bekannten *Mn*-führenden Bleierze da ein, wo die Eisenerze aufhören. »Veldensteiner Sandstein« enthält bei Auerbach durch Limonit teilweise vererzte Holzreste mit Pseudomorphosen von Brauneisen nach Pyrit {111}, {100}. Ornatenthon im Liegenden des Auerbacher Erzes (sehr reinen weißen und grauen Siderits, auch Limonits) enthält u. a. Phosphoritkugeln. Wo Eisenerz auf Doggersandstein aufruhrt, wurde dieser allgemein durch Imprägnierung mit Eisenlösung zu rauhem Eisenstein. Um Königsstein, Vögelas und Gaissach liegen in Taschen und Mulden corrodiierten Dolomits und vielleicht auch Jurakalksteines meist mulmige Limonite (Material zur Farberdegewinnung), zuweilen mit Concretionen dichten Limonits. Der nie fehlende Gehalt an Mn_2O_3 steigt bis 45,13 %. Vom liegenden Dolomit sind solche Lager oft durch eine Kruste harten Limonits oder durch eisenreichen Sand getrennt.

Verf. führt die Erzlager des Amberger Gebietes auf eine auch anderswo vielfach nachgewiesene Verdrängung von Kalkstein und Dolomit primär durch Eisencarbonat zurück. Als wesentlichsten Factor bei der Erzbildung in diesem Gebiete hat v. Gümbel Eisensäuerlinge angenommen, von denen noch heute einer bei Betzenstein empordringt. Verf. bringt das Aufsteigen der Eisenbicarbonatwässer in Spalten, die während des älteren Tertiärs entstanden sind, als postvulcane Erscheinungen in Zusammenhang mit den nirgends über 20 km entfernten, nicht auf Spalten aufgesetzten tertiären Basalten der nördlichen Oberpfalz. Gegen eine Mitwirkung von $FeSO_4$ und H_2SO_4 aus Pyrit spricht der minimale Schwefelgehalt der in betracht kommenden Erze und deren gänzlicher Mangel an Sulfaten. Die angenommene Metasomatose erscheint plausibel durch ein Vorkommen von Auerbach, wo der Siderit mit Dolomitstructur überall da, wo er mit dem unteren Malmkalk zusammenhängt, kalksteinartig dicht erscheint und ein in Siderit verwandeltes Fossil des unteren Jura enthält.

Die geringen Mengen thonig-quarzigen Schlammes in den hohlen Geoden der Amberger »Conglomeratstrecke« werden als Entkalkungsresiduen aufgefaßt. Die häufig lückenhafte Beschaffenheit des Brauneisens, besonders des Goethits, wird auf Volumverminderung bei der Oxydation und Hydratisierung des Siderits zurückgeführt. In brecciös gewordenen Goethit wurde bei weiterem Eindringen der Eisenbicarbonatwässer bei Luftzutritt ockeriger Limonit eingelagert.

Um das Gebundensein der Freihunger Erze an gewisse Schichten zu erklären, nimmt Verf. Adsorption beim Passieren der Metallsalzlösungen durch Kaolinsandstein an, in welcher letzterem in Verkohlungen begriffene Hölzer durch das infolge der Adsorptionswärme frei gemachte Bitumen die Bleisalze reducieren

konnten. Vielleicht ging dabei das Ferrobicarbonat unzersetzt hindurch, während infolge einer Stoffauslese Mangancarbonat abgesetzt wurde.

Für die den Verwerfungsspalten benachbarten Eisenerze nimmt Verf. eine Entstehung durch metasomatische Prozesse an. Bezüglich der weiter entfernten, über das Juraplateau verstreuten Farberdeputzen ist eher an eine Entstehung durch Verwitterungsprozesse des Kalkes zu denken, wie sie Delkeskamp für die hessischen und nassauischen Manganerzlagerstätten beschrieben hat.

Aus früher (Gümbel, Frankenjura) veröffentlichten Analysen Schwagers ergibt sich, daß bei den verstreut auftretenden Erz- und Farberdeputzen — abgesehen von localen Concentrationen — in der Tat das Verhältnis der unlöslichen Bestandteile das gleiche ist wie in den Kalksteinen, aus denen sie hervorgegangen sein dürften, daß dagegen bei den Erzen, abgesehen von den Stuferzen, das Verhältnis des Eisenoxyds zum Thonrückstande zehnmal so groß ist als beim Kalk.

Ref.: E. Düll.

26. E. Düll (in München): Über die Eklogite des Münchberger Gneißgebietes. Ein Beitrag zur Kenntnis ihrer genetischen Verhältnisse (Geognost. Jahresh. München 1902, 15, 51—142).

Verf. schließt aus seinen Wahrnehmungen an Ort und Stelle, wie aus den petrographischen Ergebnissen, daß der Münchberger Gneiß eine granitische Eruptivmasse darstellt. Die darin eingelagerten Eklogite, wie auch die begleitenden und erstere oft ersetzenden Amphibolite, lassen sich an mehreren Stellen als Producte des Metasomatoses biotit- und titaneisenreicher Gabbro-Norite nachweisen. Im Münchberger Gneiß, wie in dem bei Neustadt an der Waldnaab in der Oberpfalz wurden gelegentlich Hornblendegabbros und dioritähnliche Gesteine in eklogitähnliche Amphibolite, nie in Eklogite, umgewandelt. Die Metasomatose geschah im Contact mit ringsum einschließendem Granit, also in heißem sauren Bade. Sie begann mit Saussuritbildung. Die Plagioklase erfüllten sich mit strahlsteinartigen Nadelchen und gingen vielfach in Zoisit über. Der Granat nahm sehr allgemein seinen Ursprung im Plagioklas, ganz ähnlich wie im Saussuritgabbro von Wurlitz. Zu den ersten Anfängen der Granatbildung in den Gabbro-noriten von Martinsreuth und Glenzlamühl, sowie in Übergängen derartiger Gesteine zu Amphiboliten und Eklogiten haben außer Plagioklas Titan-eisen und Biotit, ferner ein aus letzterem hervorgegangener farbloser einaxiger Glimmer Material geliefert. Auf diese Weise mußten Granate entstehen, welche mit der Zusammensetzung eines *Ca-Al-Silicates* begannen, durch Hinzunahme von *Mg-* und *Fe-Silicat* aber allmählich die wechselnde und abnorme Zusammensetzung der Eklogit-Granate erreichten. Ein aus dem bekannten Silberbacher Eklogit abgeschiedener Granat ergab bei der Analyse: SiO_2 39,99 %, Al_2O_3 24,75 %, Fe_2O_3 2,55 %, FeO 12,65 %, MnO Spur, CaO 7,71 %, MgO 12,54 %; Summe 100,19. Bei Mangel an Titaneisen und Biotit wurden aus Plagioklas oft Zoisitanhäufungen, zum Teil pseudomorphosenartig, gebildet. Größere Granate, seltener Dodekaëder, gewöhnlich Körner, oft Perimorphosen und complicierte Aggregate, haben das Plagioklasmaterial meist restlos aufgebraucht und beim Wachstum alle in ihrem Bereich gelegenen resorbierbaren Substanzen, insbesondere aus einschlußreichem Pyroxen, aus Amphibolen, Biotit und *Ti*-haltigen Eisenerzen aufgenommen; dabei wurden wenig veränderte Reste und Zersetzungsproducte dieser Mineralien eingeschlossen. In fast allen Granaten zeigen sich die nicht assimilierten Substanzen, TiO_2 und überschüssiges SiO_2 ,

als Rutil und Quarz, meist als Mikrolithenscharen, die des Rutils häufig noch in der gleichen Orientierung wie die Ti-Erz-Interpositionen im Pyroxenen der Gabbromorite.

Granate und Zoisite sind mitunter divergentstrahlig gruppiert; häufiger bilden sie eine Art Maschennetz, beides ganz ähnlich wie die Plagioklasleisten in Gesteinen mit gröber ophitischer Structur. Granat ist in den Eklogiten allgemein jünger als der »Omphacit«. Verf. hält letzteren, wie seine den Amphibolen angehörigen Äquivalente, für die verhältnismäßig wenig veränderte Mesostasis gabbroider Gesteine. Verf. stellt sich vor, daß stark überhitztes Wasser jene Diallag- und Hypersthenkrystalle bis zu einem gewissen Grade molekularer Beweglichkeit erweichte, ohne deren äußere Form- und Lageverhältnisse merklich zu beeinflussen. Die Ti-Erz-Interpositionen der Ortho- und Klinopyroxene wurden in Rutil verwandelt und behielten in selteneren Fällen ihre Orientierung bei. Pyroxenkörneraggregate mit dicht gehäuftes regelmäßig gelagerten Rutilinterpositionen erscheinen makroskopisch lebhaft hellgrün, gleichviel ob sie grüne Hornblende in erheblicheren Mengen enthalten oder nicht. Gewöhnlich wurden die in Rutil umgewandelten Interpositionen der Pyroxene ausgelaugt und zu größeren Körnern concentrirt. Dabei können die Diallage immer noch ihre sonstigen Merkmale recht gut erhalten zeigen. Meist aber sind die ausgelaugten Diallage und die o-Pyroxene durch gleichzeitige Druck- und Wärmewirkung, wohl unter Beteiligung überhitzten Wassers, in Omphacit verwandelt worden. Farbloser Glimmer sehr häufig mit minimalen Axenwinkeln, und blauer Disthen erscheinen besonders reichlich in quarzreichen Eklogiten und als größere Krystalle in stärkeren Quarzadern (so am Buchanger bei Markt Schorgast). Sie werden als Producte der Auslaugung und der Secretion nicht assimilierbarer Substanzen aufgefaßt und scheinen auch der Tendenz zur Bildung solcher Mineralien zu entsprechen, welche bei kleinster Raumerfüllung durch gute Spaltbarkeit und Gleitung mechanischen Einwirkungen möglichst leicht nachgeben.

Saure Injectionen haben bei der Bildung der Eklogite und cognaten Amphibolite ganz wesentlich mitgewirkt. In ihrem Bereiche sind die Pyroxene in gleicher Weise vermiculisiert, wie sie A. Lacroix in seiner Arbeit über die Eklogite der Loire inférieure eingehend beschrieben hat. Der vermiculisierte Pyroxen hat als »fond« wechselnde Mengen von Quarz und Plagioklas und geht unmerklich in blaßgrüne Hornblende über, welche oft ausgezeichnet schön mit Plagioklas und Zoisit mikropertitisch verwachsen auftritt. Der nur im unmittelbaren Bereiche saurer Injectionen ausgiebiger in Amphibol umgewandelte Pyroxen geht in der Berührung mit Granat in Karinthin über.

Rutil und Titanit sind theils aus den Ti-Erzinterpositionen der Pyroxene, theils aus größeren Ti-Eisenerzkörnern der gabbroiden Gesteine hervorgegangen. Titanit hat sich nur im Bereiche ausgiebiger saurer Injectionen gebildet. Die Beschaffenheit der Eklogitmineralien ist im allgemeinen die von Contactproducten. Sie greifen, abgesehen von dem injicierten granulitischen Quarz, nicht zahnartig ineinander, sondern berühren sich in geradlinigen Contouren. Die Liste der in den untersuchten Eklogiten und cognaten Amphiboliten beobachteten Mineralien umfaßt Granat, Pyroxen, Disthen, sehr schwach pleochroitischen Amphibol, Quarz, Glimmer und Rutil in den reinsten fichtelgebirgischen Eklogit-typen, ferner Karinthin, Chloritmineralien, Klinozoisit, Pistazit, Orthit, Zoisit, Plagioklase und Saussurit, Carbonate, Zirkon(?), Ti-Eisenerze

(zum Teil Titanmagnetit), Magnetkies, Pyrit. Die eingehende Beschreibung derselben ist vorwiegend nur von petrographischem Interesse.

Ref.: E. Düll.

27. K. Fabian (in Graz): Über einige Porphyrite und Melaphyre des Fassa- und Fleimsertales (Mitt. d. nat. wiss. Ver. f. Steiermark 1902, 122—156).

Als Inhalt der Mandeln in den untersuchten Gesteinen werden genannt Calcit, Delessit und Zeolithe, von denen Heulandit und Desmin nachgewiesen wurden, ferner Seladonit und Chlorit. Augitporphyrit vom Gardonetal ist auf einer Seite mit einer Kruste von rotem Heulandit überzogen.

Ref.: E. Düll.

28. J. Romberg (in Berlin): Geologisch-petrographische Studien im Gebiete von Predazzo. II. (Sitz.-Ber. d. k. Preuß. Akad. d. Wiss. Berlin, 1902, 82, 731—762).

In einem Aufschluß von rotem riesenkörnigen Quarz-Biotit-Augit-Syenit an den Rocce delle Relle (S.-Seite des Mulatto) werden dessen Feldspatkrystalle 2 cm groß. Roter Orthoklas umwächst häufig einen Kern von grauem Plagioklas. Ein körniger theralitartiger Nephelinsyenit vom ONO. des Mulatto zeigt makroskopisch glänzende schwärzliche Nadeln von Augit und Hornblende, weißen oder grauen Feldspat als Zwischenklemmung und als Einsprenglinge, ferner Kies und große Titanitkrystalle. Letztere trifft man auch, mit Melanit, in einem Nephelinsyenitporphyr in der Nähe des Magnetitbergwerkes. Bezüglich des bekannten Auftretens von Kupferkies und Eisenkies an der W.-Seite des Mulatto mit Turmalin, Scheelit usw. im Granit und Porphyrit bemerkt Verf., daß diese Mineralbildung sich auf Verwerfungsklüften abspielte, die mit der Porphyrit-Monzonitgrenze zusammenfallen, wo auch die Eruption fast aller jüngeren Gesteine erfolgte. Die Erzanreicherung in Granit, wie die des Porphyrits an Turmalin sind nur local. Dies läßt auf ungleichzeitige Bildung schließen. Die Vorkommen am NO.-Gipfel des Mulatto und oberhalb des Viezzenatales weisen direct auf einen Zusammenhang mit Syenit hin, welcher selbst von winzigen Äderchen aus Magnetit, Augit und Quarz durchsetzt wird. Der Porphyrit daneben führt Magnetit und Kies; die Verwerfungsspalte und die Porphyrit-Monzonitgrenze sind auch hier vorhanden. Als spezifische Nachwirkung des Granites wird die Bildung von Turmalin, Fluorit usw. aufgefaßt.

Ref.: E. Düll.

29. A. Young (in Berlin): Die Gesteine der ecuatorianischen Ost-Cordillere: Der Cotopaxi und die umgebenden Vulcanberge Pasochoa, Rumiñahui, Sincholagua und Quilindaña (Inaug.-Diss. Berlin 1902. — W. Reiß (in Könitz) und A. Stübel († in Dresden): Das Hochgebirge der Republik Ecuador II. Mineralogisch-petrographische Untersuchungen 191—275. Berlin, A. Asher & Co. Mit 4 Tafeln).

Unter den Laven des Cotopaxi, Valle-vicioso, Quilindaña und Sincholagua herrschen Pyroxen-Andesite vor. Als empirische Regel ergibt sich, daß Hornblende oder Biotit nur erscheinen, sobald der SiO_2 -Gehalt der Andesite eine gewisse Grenze übersteigt. Am Pasochoa und Rumiñahui gewinnen Basalte und Dacite das Übergewicht. Plagioklas, Augit, Hypersthen und Magnetit bilden die Hauptmasse der meist porphyrisch struieren Laven. Olivin ist namentlich in

basischen Gliedern nicht selten. Tridymit kommt häufig vor, Apatit selten. Für ganze Reihen von Laven ist der Feldspat der Einsprenglinge charakteristisch und constant. Die an basischem Feldspat reichsten Laven sind immer reine Pyroxenandesite, oft mit Olivin, immer aber ohne Hornblende oder Biotit.

Primärer Quarz findet sich nur in einigen Daciten; als Einsprengling fehlt er ganz. Bis kopfgroße Quarzeinschlüsse, Körneraggregate wie in Tiefengesteinen; mit Glasbläschen und Einschlüssen von Augit und Plagioklas, in den jüngsten Laven des Cotopaxi sind wohl Fremdkörper. Opal bildet bisweilen scharf begrenzte Pseudomorphosen nach Feldspat und zeigt alsdann unregelmäßige Ablagerung, hie und da zonaren Bau. Seltener als aus Feldspat erscheint er aus Augit und Olivin hervorgegangen. Eine Bombe aus dem Fußgebirge des Cotopaxi enthält neben opalisierten Feldspat viel Opal in Mandeln. Als Einschlüsse im Opal finden sich Gruppen von Feldspat-Mikrolithen und sehr kleine Sphärolithe mit concentrischem Schalenbau (Feldspat?).

Tridymit ist als jüngeres Ausscheidungsproduct, mitunter in Gesellschaft von Quarz, oft reichlich in Hornblende-Andesiten, ferner in basischeren Biotit-Andesiten und in einigen Daciten vorhanden, weniger reichlich in stark basischen Pyroxen-Andesiten und Basalten, selten in sauren Biotit-Andesiten. Meist zeigt er dachziegelartige Schuppenform. Gut entwickelte, nicht selten von Feldspat umschlossene Schuppenhaufen sind bisweilen scharf sechseckig begrenzt und verhalten sich ähnlich wie Grundmasseeinschlüsse.

Plagioklase (Bytownit bis Oligoklas-Andesin) sind die Hauptbestandteile aller dortigen Laven. Gewöhnlich sind {001}, {010}, {101}, {201}, {110}, {110} entwickelt. Schnitte nach (010) zeigen die Spur einer besonders gut entwickelten Fläche ($\bar{2}01$).

Zwillinge nach dem Karlsbader, Albit- und Periklingesetz kommen allgemein vor. Reichlichste Albit-Lamellierung charakterisiert besonders die basischen Formen. Bavenoer Zwillinge sind recht selten, Periklinzwillingspaare gewöhnlich ungleich entwickelt. Ein Krystallgebilde aus einem sauren Biotit-Andesit zeigt Verzwillingung nach dem Albit- und nach dem Karlsbader Gesetz, zugleich ein Zwillingpaar, welches bezüglich des Basis- und Periklingesetzes sich verhält wie Mikroklin bezüglich des Albit- und Periklingesetzes. Die feine Spaltung nach (001) und (010) ist bei den basischen Plagioklasen schärfstens entwickelt, schwächer bei den saureren. Die von Herz beschriebenen Formen von Zonenbildung sind weit verbreitet in den Feldspäten der Laven. In einem Krystalle fand sich als Kern Labrador-Bytownit, als Rand Oligoklas-Andesin. In anderen Fällen ist der Mantel basischer als der Kern. Ein einzelner Krystall zeigt einen scharf kreisrunden Kern. Die Einschlüsse in den Feldspäten häufen sich gleichmäßig entweder im Kern oder in der sonst klaren Randzone. In Laven, welche viel Hornblende im Zustande der Resorption enthalten, läuft die einschlußführende Zone gleichmäßig durch alle Krystalle und Lamellen eines Haufwerks. In basischen Andesiten und Basalten finden sich am häufigsten Krystalle mit gleich verteilten Einschlüssen. Magmaeinschlüsse in Feldspäten können auf andere Weise, z. B. in Form mikrolithenarmen bis -freien Glases, verfestigt sein, als die Gesteinsgrundmasse.

Der Axenwinkel des Biotits ist meist klein, erreicht aber in einem Falle 24° (bestimmt mittels des Czapskischen Oculars und der Kleinschen Lupe unter Benutzung der Schwarzmanschen Scala). Die Absorption ist immer sehr stark. In einigen Daciten ist Biotit gleichmäßig in Chlorit umgewandelt.

Weitgehende Resorption führt in manchen Fällen zu einer Umwandlung des Biotits in Magnetit und Pyroxen. Der Feldspat ist in solchen Laven (Hornblende-Biotit-Andesiten) relativ kalkreich. Hornblende ist häufig nach (100) verzwillingt. Zuweilen liegt die Zwillingssnaht der Albitlamellen von Feldspäten $\parallel c$ von damit verwachsener Hornblende. Letztere kommt auch mit Hypersthen verwachsen war, die b -Axen beider Krystalle \parallel ; vereinzelt sind die c -Axen beider \parallel , und die Hornblende bildet alsdann einen Mantel um den Hypersthen. Producte magmatischer Zersetzung der Hornblende werden mitunter in einem gewissen Abstände als Tridymit, Erz usw. wieder ausgeschieden. In zwei Fällen wurde der Pleochroismus festgestellt: a = honiggelb, b = braungrün, c = schön olivengrün; bezw. a = hellgelblich, b = braungrün, c = gelblichgrün. Augit-zwillinge nach (100) sind weit verbreitet. Sehr oft bildet Augit meist unvollkommene Mäntel um Hypersthenkerne mit gleichgerichteten c -Axen.

Nicht oft vereinigen sich zwei solche Augit-Hypersthensäulen zu einem Kreuz. Selten zeigt Augit eine schmale Zonenbildung. $c:c = 42-45^\circ$. Hypersthen tritt meist mit vorherrschenden Pinakoidflächen auf, {110} erscheint im Querschnitt als untergeordnete Abstumpfung der Ecken; wenig entwickelt sind terminale Pyramiden; sehr selten erscheint Zonenbildung. Tafelförmige Interpositionen liegen in einem Hyperstheneinsprenglinge eines Pyroxen-Andesites einander \parallel in wenigstens zwei verschiedenen Ebenen, augenscheinlich in der Basis und einem Pinakoid. $a = b$ gelblichbraun, $c =$ bläulichgrün.

Olivin zeigt mitunter die Flächen {021}, {101}, {010} und in frischen Einsprenglingen die Spaltungen nach (010) und (100). Unter seinen Einschlüssen sind bemerkenswert kleine scheinbar idiomorphe, aus zwei Zwillingshälften bestehende Plagioklaskrystalle. Olivin kommt außer in Basalten und stark basischen Andesiten ausnahmsweise in Hornblendeandesit und vereinzelt in basischem Dalcit vor. Apatit findet sich in den gewöhnlichen Formen in saureren Laven, nur selten in basischen Andesiten. Orientierte Einschlüsse (schwarze Linien) lösen sich bei starker Vergrößerung in margaritenähnliche Gebilde auf. Apatit findet sich eingeschlossen besonders in Magnetit, dann auch in Olivin, Biotit, Hypersthen und Feldspat. Zirkon wurde nur in saureren Laven beobachtet. Gleich dem Apatit tritt er gern mit Magnetit auf; als Einschluß kommt er in Biotit und Feldspat vor. Titanit, in einem vereinzelt Dacit beobachtet, wird daselbst von Quarz und Pyroxen begleitet. (001):(101) wurde $= 64^\circ$ beobachtet (ber. $= 60^\circ 17'$).

Ref.: E. Düll.

80. W. Meigen (in Freiburg im Br.): Beiträge zur Kenntnis des kohlen-sauren Kalkes (Berichte der Naturforschenden Gesellschaft zu Freiburg im Br. 1902, 13, 40—94).

I. In der geschichtlichen Einleitung zum ersten Teile »Die Fällung von kohlen-saurem Kalk« äußert sich der Verf. auch über Ktypeit und Conchit. In bezug auf letzteren schließt sich der Verf. der Auffassung von R. Brauns (Centralbl. f. Min. usw. 1901, 134) und des Ref. (diese Zeitschr. 1901, 35, 149—178) an, wonach dieses Mineral mit Aragonit identisch ist. Ob der Ktypeit nur ein porenreicher Aragonit oder ein selbständiges Mineral ist, bezw. ob er den vom Ref. a. a. O. beschriebenen »sphärischen Aggregaten« vom spec. Gew. 2,54 entspricht, muß noch unentschieden bleiben. Der Verf. hat gefälltes Calciumcarbonat durch Vermischen von Lösungen von Calciumchlorid mit solchen von Natriumcarbonat, Natriumbicarbonat bezw. Ammoniumcarbonat

dargestellt. Die Concentration, die Temperatur und die anderen Versuchsbedingungen wurden vom Verf. mannigfach variiert und genau festgelegt. So weit bereits entsprechende Versuche von M. Adler (Beiträge zur Kenntnis der kohlensauren Kalke. Zeitschr. f. angew. Ch. 1897, S. 434) vorlagen, des einzigen Autors, welcher sich außer dem Verf. seit G. Rose mit der Natur dieser Niederschläge beschäftigt hat, wurden dessen Ergebnisse vom Verf. verglichen und im wesentlichen übereinstimmend befunden. Abgesehen von gelatinösen Massen unmittelbar nach der Fällung bestanden die Niederschläge insgesamt aus »Flocken«, »Kugeln«, »Sternen und Scheibchen«, Kalkspatgrundrhomboëdern und nadelförmigen Aragonitkrystallen. Die ganz zuerst in den anfänglich gelatinösen Ausscheidungen entstehenden, vollkommen amorphen Flocken scheinen bisher noch nicht beobachtet worden zu sein. Mit »Kugeln« bezeichnet der Verf. in der vorliegenden Abhandlung zur Abkürzung sphärische Aggregate, welche er bei gewöhnlicher Temperatur erhalten hat und mit den vom Ref. a. a. O. beschriebenen »sphärischen Aggregaten« identifiziert. Unter Anwendung von Benzol und Acetylentetrabromid wurde das spezifische Gewicht dieser sich leicht in Kalkspat umlagernden Substanz zwischen 2,60 und 2,65 gefunden. Da die Kugeln die »Aragonitreaction« geben (siehe Teil II), so hält hierdurch der Verf. deren Zugehörigkeit zu dieser Modification für erwiesen, ohne das auffällig niedrige spezifische Gewicht zu erörtern. Die »Sterne und Scheiben« entsprechen jenen Gebilden, welche von G. Rose sowie vom Ref. (diese Zeitschr. 1896, 27, 477—504) beschrieben und von letzterem mit »scheibenförmigen Krystalliten« bezeichnet worden sind. Die letztgenannten Autoren haben diese Krystalliten auf Grund ihres spezifischen Gewichtes für Kalkspat erklärt. Da diese Krystalliten jedoch die Aragonitreaction geben und bei den Versuchen des Verf. bei höherer Temperatur entstanden sind, so nimmt letzterer an, daß sie ihrer Substanz nach mit den in der Kälte entstehenden Kugeln identisch sind und demnach eine besondere Ausbildungsform des Aragonites darstellen. Auf das spezifische Gewicht dieser Krystallite geht Verf. nicht ein. Die ferneren Ergebnisse bei dem Studium der Niederschläge sind, nach dem angewandten Carbonat geordnet, folgende.

A. Fällungen mit neutralem kohlensauren Natron. 1. Bei niedriger Temperatur scheidet sich der Aragonit stets nur in Kugeln, bei höherer stets nur in Nadeln ab. 2. Es entsteht um so mehr Aragonit, je alkalischer die Lösung ist; ein Überschuß an Chlorcalcium wirkt der Aragonitbildung entgegen und vermag sie unter Umständen ganz zu unterdrücken. 3. Durch Verdünnen wird in der Kälte der Einfluß eines Überschusses sowohl an kohlensaurem Natron wie an Chlorcalcium abgeschwächt; in der Hitze wird dadurch in allen Fällen die Aragonitbildung begünstigt. 4. Der in der Kälte gefällte kugelförmige Aragonit geht unter der Mutterlauge in längstens 24 Stunden in Kalkspat über. Der heiß gefällte nadelförmige Aragonit ist dagegen unter den gleichen Bedingungen ziemlich beständig; er lagert sich um so schneller in Kalkspat um, je mehr Chlorcalcium die Mutterlauge enthält.

B. Fällungen mit doppeltkohlensaurem Natron. 1. In der Hitze scheidet sich der kohlensaure Kalk, trotz der großen Menge Kohlensäure, die bei der Fällung frei wird, als Aragonit in Nadeln aus; in der Kälte wird um so mehr Kalkspat gebildet, je verdünnter die Lösung ist. 2. Der kalt gefällte Aragonit lagert sich sehr bald in Kalkspat um; der heiß gefällte tut dies um so schneller, je mehr Chlorcalcium die Mutterlauge enthält und je concentrierter sie ist. — Im übrigen zeigte sich kein Unterschied gegenüber den Versuchen mit neutralem kohlensauren Natron, und das für diese Gesagte gilt auch hier.

C. Fällungen mit kohlensaurem Ammon. 1. Bei Anwendung concentrirter Lösungen wird in der Kälte vorzugsweise kugelförmiger Aragonit, in der Hitze nur Kalkspat gebildet. 2. Aus verdünnten Lösungen scheidet sich der kohlensaure Kalk in der Kälte als Kalkspat, in der Hitze dagegen auch als Aragonit ab. 3. Die Gegenwart von freiem Ammoniak begünstigt in der Kälte die Entstehung von kugelförmigem, in der Hitze die von nadelförmigem Aragonit. — Vergleicht man die Wirkung des kohlensauren Ammons mit der des kohlensauren Natrons, so ist das verschiedene Verhalten der concentrirten heißen Lösungen besonders bemerkenswert; während sich bei Anwendung von kohlensaurem Natron der kohlensaure Kalk als Aragonit abscheidet, entsteht mit kohlensaurem Ammon unter den gleichen Bedingungen nur Kalkspat. Dies verschiedene Verhalten bedarf zu seiner Erklärung noch fernerer Versuche.

II. Der zweite Teil handelt von der »Einwirkung des kohlensauren Kalkes auf die Lösungen von Schwermetallen«. Während die Fragen: Welche Metalle werden durch kohlensauren Kalk gefällt? und in welcher Form werden die Metalle gefällt? bereits mehrfach bearbeitet worden sind, ist die Frage: Wirken die verschiedenen Modificationen des kohlensauren Kalkes auf die gleiche Lösung gleich oder verschieden? bisher nur in einem einzigen Falle untersucht worden, nämlich von Klement (diese Zeitschr. 1897, 27, 330—332). Eine Reihe von qualitativen Versuchen ergaben, daß Aragonit und Kalkspat den Lösungen der Schwermetalle gegenüber im allgemeinen ein verschiedenes Verhalten zeigen, und zwar ist es sehr bemerkenswert, daß der Unterschied beider nicht bei allen Metallen den gleichen Sinn hat: während Zink, Kobalt, Nickel und zweiwertiges Eisen durch Aragonit leichter gefällt werden als durch Kalkspat, verhält es sich bei Kupfer und Blei umgekehrt. Im allgemeinen kann man sagen, daß ein Metall um so schneller und vollständiger niedergeschlagen wird, je stärker die Lösung seiner Salze hydrolytisch gespalten ist. Bei diesen qualitativen Versuchen hat Meigen jene schöne Reaction mittels Kobaltlösung zur Unterscheidung von Aragonit und Kalkspat gefunden, über welche bereits in dieser Zeitschr. 1903, 37, 662 berichtet worden ist. Vergl. auch Wyruboffs Bemerkungen zu dieser Reaction a. a. O. und in dieser Zeitschr. 1904, 39, 185. Die Verhältnisse der Ausfällung von Mangan aus einer Lösung von Mangansulfat hat Verf. auch in 13 Versuchsreihen quantitativ untersucht. Die wesentlichsten hierbei gewonnenen Ergebnisse sind: 1. Unter gleichen Bedingungen wird durch Aragonit bedeutend mehr Mangan gefällt als durch Kalkspat. 2. Die Menge des gefällten Mangans nimmt mit der Menge des angewandten kohlensauren Kalkes zu. 3. Höhere Temperatur beschleunigt die Fällung. 4. Durchleiten von Luft hat keinen wesentlichen Einfluß. 5. Durchleiten von Kohlensäure befördert die Fällung. 6. Bei Gegenwart von Eisen wird durch Kalkspat mehr, durch Aragonit weniger Mangan gefällt als aus reinen Lösungen, sowohl beim einfachen Schütteln, wie beim Durchleiten von Luft oder Kohlensäure.

III. In dem dritten und zugleich letzten Teile wird gewissermaßen als Anhang »Bildung und Vorkommen des kohlensauren Kalkes in der organischen Natur« besprochen. Der Verf. hat die Versuche Steinmanns (Ber. d. naturf. Ges. Freiburg i. Br. 1889, 4, 288—293) wiederholt und kann dessen Angaben im allgemeinen bestätigen. Wie eine Prüfung mittels der Kobaltreaction ergab, besteht der beim Vermischen von Eiweiß mit Chlorcalcium entstehende sphärokrystalline Niederschlag aus Aragonit. Zum Schluß wiederholt Verf. in veränderter Form die in der unter II. erwähnten Mitteilung über die Kobaltreaction

gegebene Aufzählung der von ihm auf ihre Zugehörigkeit zur Aragonit- oder Kalkspatmodification untersuchten Kalkausscheidungen von Organismen.

Ref.: H. Vater.

81. C. Viola (in Rom): Beitrag zur Lehre von der Spaltbarkeit der Krystalle (N. Jahrb. f. Min. usw. 1902, 1, 9—22).

Die Normale einer Spaltfläche bilde mit den Axen des Coordinatensystems die Cosinus $\alpha_1, \alpha_2, \alpha_3$; parallel zur Spaltfläche wirken zwei Schubkräfte von der Größe T pro Flächeneinheit, deren Richtung mit den Coordinatenaxen die Cosinus $\beta_1, \beta_2, \beta_3$ und $\gamma_1, \gamma_2, \gamma_3$ bilden, wobei $\beta_1\gamma_1 + \beta_2\gamma_2 + \beta_3\gamma_3 = 0$. Für die Deformation τ parallel der betrachteten Spaltfläche berechnet Verf. das Verhältnis:

$$\begin{aligned} \frac{\tau}{T} = & s_{11}a_{11}^2 + 2s_{12}a_{11}a_{12} + 2s_{13}a_{11}a_{13} + 2s_{14}a_{11}a_{14} + 2s_{15}a_{11}a_{15} + 2s_{16}a_{11}a_{16} \\ & + s_{22}a_{12}^2 + 2s_{23}a_{12}a_{13} + 2s_{24}a_{12}a_{14} + 2s_{25}a_{12}a_{15} + 2s_{26}a_{12}a_{16} \\ & + s_{33}a_{13}^2 + 2s_{34}a_{13}a_{14} + 2s_{35}a_{13}a_{15} + 2s_{36}a_{13}a_{16} \\ & + s_{44}a_{14}^2 + 2s_{45}a_{14}a_{15} + 2s_{46}a_{14}a_{16} \\ & + s_{55}a_{15}^2 + 2s_{56}a_{15}a_{16} \\ & + s_{66}a_{16}^2, \end{aligned}$$

wobei s_{hk} die bekannten 21 Elasticitätsmoduln darstellen und

$$\begin{aligned} a_{11} &= 2\beta_1\gamma_1, & a_{14} &= \beta_2\gamma_3 + \beta_3\gamma_2, \\ a_{12} &= 2\beta_2\gamma_2, & a_{15} &= \beta_3\gamma_1 + \beta_1\gamma_3, \\ a_{13} &= 2\beta_3\gamma_3, & a_{16} &= \beta_1\gamma_2 + \beta_2\gamma_1. \end{aligned}$$

Für den Moment des Zerreißen haben die Größen s_{hk} andere, durch den Versuch zu ermittelnde Werte s'_{hk} als für Deformationen innerhalb der Elasticitätsgrenze, im übrigen wird jedoch das Verhältnis $\frac{\tau'}{T'}$ für den Moment des Zerreißen durch die gleiche Formel ausgedrückt.

Die Spaltbarkeit bei Krystallen kann infolgedessen nur solche Symmetrien zeigen, welche den elastischen Erscheinungen inne wohnen; also sind für die Spaltbarkeit wie für die Elasticität neun verschiedene Symmetrien möglich.

In der Abteilung des hexagonalen Systems, in welcher eine sechszählige Deckaxe oder eine aus der dreizähligen Axe durch das Symmetriecentrum sechszählig werdende Axe vorkommt, ist nur basische Spaltbarkeit möglich.

Das triklin System zählt 25 Species; die Spaltung ist pinakoidal.

Das monokline hat 220 Species, davon haben ca. 50 Spaltung $\parallel \{010\}$, 100 $\perp \{010\}$, 50 prismatische.

122 rhombische Krystalle haben pinakoidale, 64 prismatische, einige keine Spaltbarkeit; Geokronit und Fluellit pyramidale.

Im tetragonalen Systeme haben 16 Mineralien basische, 23 tetragonal-prismatische, 15 tetragonal-pyramidale Spaltbarkeit.

Rhomboëdrisch sind etwa 85 Species; davon spalten 30 nach einem Rhomboëder, 15 nach einem hexagonalen Prisma, die andern basisch.

Zu dem hexagonalen Systeme werden etwa 34 Species gestellt; von diesen müssen Katapleit, Barisilit, Nephelin, Cancrinit, Davyn, Mikrosommit, Apatit, Pyromorphit, Mimetit und Ettringit aus der hexagonalen Abteilung gestrichen werden, weil sie andere als basische Spaltbarkeit aufweisen; gegen

Molybdänit, Jodyrit, Vanadinit und Connelit läßt sich zwar auf Grund der Spaltbarkeit kein Einwand gegen ihre Zugehörigkeit zur hexagonalen Abteilung erheben, da diese entweder basisch oder gar nicht spalten, aber es fehlen bei ihnen unbedingt sichere Bestimmungen für ihre Zugehörigkeit zu dieser Abteilung. Gegen die Zugehörigkeit der anderen Mineralien zur hexagonalen Abteilung sprechen Beobachtungen anderer Art. Dieses Resultat steht im Einklange mit der vom Verf. in dieser Zeitschr. 86, 497 bereits ausgesprochenen Ansicht: »Ein Mineral, bei welchem die Hauptaxe ohne Zweifel sechszählige Symmetrieaxe wäre, gibt es nicht.«

Zum regulären Systeme gehören etwa 110 Species, von welchen 50 keine Spaltbarkeit zeigen, 25 spalten nach {111}, 30 nach {100}, 8 nach {110}.

Ref.: J. Beckenkamp.

82. W. Thienemann (in Essen a. Ruhr): **Ein bemerkenswertes Pentagonikositetraëder** (Archiv der Math. und Phys. von Lampe, Meyer und Jahncke 1902, (3) 4, 50).

Das Pentagonikositetraëder (Gyroëder) besitzt im allgemeinen drei verschiedene Kanten. Es werden die Pentagonikositetraëder gesucht, welche Kanten von zweierlei Art besitzen. Zwei Seiten eines Pentagons sind parallel, wenn

$$(1) \quad k = \frac{h^2 + l^2}{h + l} \quad (\text{Beispiel 6.5.2}) \quad \text{oder}$$

$$(2) \quad h = \frac{k^2 + l^2}{k - l} \quad (\text{Beispiel 5.2.1}).$$

Ferner ist eine Combinationskante von Würfel und Pentagonikositetraëder parallel einer Seite, wenn $k^2 = hl$ (Beispiel 4.2.1); eine solche von Oktaëder und Pentagonikositetraëder parallel einer Seite, wenn $h = \frac{k^2 + l^2}{2l}$ (Beispiel 5.4.2). Die letztere Bedingung im Vereine mit (2) gibt $k = 3l$, $h = 5l$ und den Satz: »Das Pentagonikositetraëder (5.3.1) ist das einzige, in der Krystallographie mögliche, welches Kanten von zweierlei Art hat und bei welchem das Fünfeck aus einem Rhombus mit angeschlossenem gleichschenkligen Dreieck besteht.« Die Combinationskanten des Oktaëders mit dem Pentagonikositetraëder sind parallel der Basis des gleichschenkligen Dreieckes. Bei der Combination entsteht ein Polyëder, das von 24 congruenten Rhomben und acht gleichseitigen Dreiecken begrenzt wird. Aber auch bei diesem Pentagonikositetraëder sind nur die Kantenlängen, nicht aber die Winkel in diesen Kanten von zweierlei Art; die drei verschiedenen Winkel sind vom Verf. berechnet worden.

Ref.: F. Haag.

XXVI. Theorie der Krystallstructur.

III. Teil.

Über die Hauptstructurarten der Krystalle des kubischen Typus und speciell über die des Zirkon.

Von

E. von Fedorow in Petrowskoje-Razumowskoje bei Moskau.

In dem II. Teile der Theorie der Krystallstructur wurde als sonderbarer Schluß aus der Übersicht der flächenreichsten kubischen Krystalle der folgende hervorgehoben: Nach der Gesamtheit der heutigen experimentellen Daten muß sämtlichen kubischen Krystallen hexaëdrische Structur zugeschrieben werden¹⁾. Weiter heißt es, daß dieser Schluß keineswegs als endgültig bewiesener gelten kann, sondern einfach als das Resultat empirischer Übersicht.

Nun scheint mir, daß auch dieses Mal, wie dies so oft in dem Gebiete der Wissenschaft vorkommt, ein Schluß von rein empirischem Charakter zur Wahrheit im Gegensatze steht, wie dieselbe von einer allgemeinen und zuverlässigen Theorie vorausgesehen wird, und zwar in diesem Falle von der Theorie der Krystallstructur. Diese Theorie sieht nämlich für die kubischen Krystalle die Möglichkeit von drei Hauptstructurarten voraus, und zwar a) der hexaëdrischen (entsprechend Triparalleloëdern), b) der dodekaëdrischen (entsprechend Hexaparalleloëdern) und c) der oktaëdrischen (entsprechend Heptaparalleloëdern).

Die Unterscheidung dieser drei Structurarten muß sich in erster Linie auf die Verschiedenheit der für diese Structurarten geltenden Complicationsgesetze stützen. Dabei müssen aber natürlich ausschließlich die wesentlichen und nicht die seltenen, vorübergehenden, jedenfalls unwesentlichen, Formen in Betracht gezogen werden. Und die Kenntnisse dieser Art sind so zu sagen von individuellem Charakter, da bei den allgemeinen krystallographisch-wissenschaftlichen Beschreibungen von Mineralien, welche schon von einer sehr großen Anzahl von Gelehrten erforscht wurden, bis jetzt keine Methode vorgeschlagen wurde, um den Sicherheitsgrad der Wesentlichkeit jeder

¹⁾ Diese Zeitschr. 86, 225.

gegebenen Form auszudrücken; dabei wird ausschließlich in wenigen Worten erwähnt, daß diese oder jene Form oft oder stets auftritt. Hätten wir unter tausenden von Krystallen eines Minerals die Kenntnis gehabt, wie viele Male jede besondere Form zur Erscheinung gelangt, so würde damit die quantitative Schätzung der Wesentlichkeit der Form geschaffen sein, und dann hätten wir den sicheren Grund gehabt, die wesentlichen Formen von den unwesentlichen zu unterscheiden.

Die allgemeine Erfahrung lehrt uns aber, daß es individuell meistens leicht ist, diese wesentlichen, wenigstens die wesentlichsten, Formen von den übrigen abzugliedern, da die ersten fast an jedem Krystalle, die übrigen aber nur an sehr wenigen auftreten.

Bei der allgemeinen kritischen Übersicht ist es aber sehr schwer, diese Abgliederung auf festen Boden zu stellen. Bis jetzt habe ich noch keinen Versuch in dieser Richtung gemacht und die Hoffnung gehegt, daß dasselbe Resultat auch aus der einfachen Aufzählung der beobachteten Formen hervorgehen würde, daß also wir zur Wahrheit gelangen würden ohne specielle, individuelle Betrachtung jedes Formencyklus eines gegebenen Krystalles.

Nun bin ich zur Überzeugung gekommen, daß dies nicht der Fall ist, und daß das bis jetzt von mir angewandte Verfahren nicht im Stande ist, auf festem Boden die Structurart aufzuklären.

Natürlich bezieht sich dies ausschließlich auf die Krystalle des kubischen Typus und nicht des hypohexagonalen, da dem letzteren nur eine einzige Hauptstructurart eigen ist (entsprechend dem Tetraparalleloëder).

Solche Tatsachen, wie das Erscheinen von Formen wie {211} als unzweifelhaft wichtigste Formen des Complexes, welche sogar manchmal fast allein auftreten, würden ganz unbegreiflich und den Complicationsgesetzen vollständig widersprechend sein, wenn nicht zugleich die von der Theorie der Krystallstructur vorausgesehene oktaëdrische Structur möglich gewesen wäre.

Die Reihe der reticulären Dichtigkeit und folglich der Wichtigkeit der Formen für diese Structurart ist die folgende ¹⁾:

Indices:	110	100	211	310	111	321	411	210	
Structurparameter:	$\frac{1}{2}$	1	1.	2.	3	3.	4.	5	u. s. f.

Und nun haben wir im Granat, Leucit, Analcim gerade die ersten drei Formen dieser Reihe als die wichtigsten Vertreter. Daraus ist zu schließen, daß die erwähnten Krystalle zweifellos durch die betreffende Structur charakterisiert sind. Zu verzeichnen ist auch das unverhältnismäßig seltene

¹⁾ Diese Zeitschr. 86, 221. Unter »Parameter« für die Krystalle des kubischen Typus versteht man die Summe der Quadrate der Indices. Für die Structurparameter der oktaëdrischen Structur muß diese Zahl durch vier geteilt werden, wenn unter den Indices zwei ungerade Zahlen sind; für die Structurparameter der dodekaëdrischen Structur gilt das Gleiche, wenn sämtliche drei Indices ungerade Zahlen sind,

Auftreten der, im allgemeinen wichtigsten, Form {111} und ganz besonders die häufige Vertretung der Form {110}.

Aber schon bei der allgemeinen Übersicht der Krystalle sprangen zahlreiche Fälle in die Augen, wo die Reihe der beobachteten Formen nicht mit der allgemeinen, für die Krystalle des kubischen Typus geltenden, sondern mit der eben angegebenen, übereinstimmte.

Nun erlaube ich mir einige dieser Fälle zu verzeichnen.

1. Baryumplatojodnitrit $BaN_2O_4J_2Pt$, 4 aq¹⁾.

Für die eindeutige Aufstellung sind die Transformationsgleichungen:

$$q_1 : q_2 : q_3 = -p_1 + p_2 + p_3 : -p_1 - p_2 + p_3 : 2p_1 + 6p_3 \text{ gültig.}$$

Demgemäß ist die beobachtete Combination:

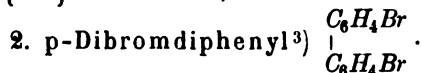
	<i>H</i>	<i>D</i>	<i>C</i>	<i>Aa</i>
eindeutige Indices:	001, 100;	011, 101, 110;	112;	103
angegebene -	(101) ($\bar{3}11$)	(110) ($\bar{1}21$) (010)	(100)	(011)

$$4; -14$$

Das Symbol des Complexes²⁾ ist: $71 \cdot$; der Complex ist also stark

$$-4$$

positiv und durch starke monokline Anorthosität (etwa wie im Pyroxen) ausgezeichnet. Als wichtigste Formen werden gerade die Formen {011}, {001}, {101} und {110} verzeichnet.



Die angenommene Aufstellung stimmt mit derjenigen überein, welche von mir als die eindeutige bezeichnet wird.

Die beobachtete Combination:

110, 011, 101, 101 (mit 001 als Fläche unvollkommener Spaltung).

$$4; +7.$$

Symbol des Complexes: $\begin{array}{c} 43 \\ 3 \end{array}$.

3. $C_8H_4OCl_4$ ⁴⁾.

Für die richtige Aufstellung sind die Transformationsgleichungen:

$$q_1 : q_2 : q_3 = -2p_1 + p_3 : 2p_1 + p_3 : 2p_2 \text{ gültig.}$$

Demgemäß ist die beobachtete Combination:

	<i>D</i>	<i>O</i>
richtige Indices:	$\bar{1}10$, 110, 011, 101;	$\bar{1}11$
angegebene -	(100) (001) (122) ($\bar{1}22$)	(110)

$$4; 9$$

Symbol des Complexes: $\begin{array}{c} 47 \\ 4 \end{array}$.

1) Diese Zeitschr. 4, 497.

2) Ebenda 38, 466 ff.

3) Ebenda 5, 300.

4) Ebenda 5, 564.

4. Vanadinsaures Baryum $Ba_2V_{10}O_{28}$, 19 aq¹⁾.

Für die richtige Aufstellung sind die Transformationsgleichungen:

$$q_1 : q_2 : q_3 = p_1 + p_2 + p_3 : p_1 - p_2 : -p_3 \text{ gültig.}$$

Demgemäß ist die beobachtete Combination:

$$\begin{array}{ccc} H & D & C \\ 100; & 110, 1\bar{1}0, 10\bar{1}, 01\bar{1}, 0\bar{1}\bar{1}, 101; & 12\bar{1}, 1\bar{2}\bar{1} \\ (110) & (100) (010) (001) (0\bar{1}\bar{1}) (\bar{1}01) (\bar{1}\bar{1}\bar{1}) & (0\bar{2}\bar{1}) (\bar{2}01) \end{array}$$

$$\begin{array}{l} 4; +10. \quad 7. \\ \text{Symbol des Complexes: } 54.; +30. \\ -5. \end{array}$$

5. Hydroberberinäthyltrijodid $C_{20}H_{21}NO_4 \cdot C_2H_5J_3$ ²⁾.

Für die eindeutige Aufstellung sind die Transformationsgleichungen:

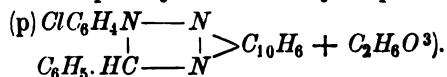
$$q_1 : q_2 : q_3 = p_2 : p_3 : p_1 \text{ gültig.}$$

Demgemäß ist die beobachtete Combination:

$$\begin{array}{ccc} H & D & C \\ 010, 001; & 101, 011; & 211, 21\bar{1} \\ (001) (100) & (110) (101) & (121) (\bar{1}21) \end{array}$$

$$\begin{array}{l} 4; -11 \\ \text{Symbol des Complexes: } 53. \\ 0 \end{array}$$

6. Az-p-Chlorphenyl-ald-Phenylnaphtoltriazin



Für die eindeutige Aufstellung sind die Transformationsgleichungen:

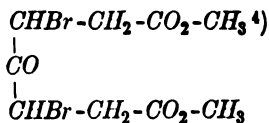
$$q_1 : q_2 : q_3 = p_2 : p_1 : p_3 \text{ gültig.}$$

Demgemäß ist die beobachtete Combination:

$$\begin{array}{ccc} H & D & C \\ 010, 100; & 110, 0\bar{1}\bar{1}, 101, 101, 011; & 121 \\ (100) (010) & (110) (\bar{1}01) (011) (0\bar{1}\bar{1}) (101) & (211) \end{array}$$

$$\begin{array}{l} 4; 1 \quad 1 \\ \text{Symbol des Complexes: } 49.; \pm 90. \\ 3 \end{array}$$

7. Dibromhydrochelidonsäuremethyläther



Für die eindeutige Aufstellung sind die Transformationsgleichungen:

$$q_1 : q_2 : q_3 = p_2 : p_1 : p_3 \text{ gültig.}$$

1) Diese Zeitschr. 17, 5.
 2) Hoefinghoff, Krystallographische Untersuchungen einiger organischer Körper (Inaug.-Dissert. Halle 1889). Ref. diese Zeitschr. 20, 305.
 3) Diese Zeitschr. 20, 326. 4) Ebenda 20, 334.

Demgemäß ist die beobachtete Combination:

$$110, 101, 0\bar{1}1, 011 \\ (110) (011) (\bar{1}01) (101)$$

$$4; -18.$$

Symbol des Complexes: $\frac{52}{2}$.

8. Dioxim der Hydrochelidonsäure $C_7H_{10}O_4N_2$, 2 aq¹⁾.

Für die eindeutige Aufstellung sind die Transformationsgleichungen:

$$q_1 : q_2 : q_3 = p_3 : p_2 : p_1 \quad \text{gültig.}$$

Demgemäß ist die beobachtete Combination:

$$\begin{array}{cc} H & D \\ 001; 011, 101, 10\bar{1} \\ (100) (110) (101) (\bar{1}01) \end{array}$$

$$4; +4$$

Symbol des Complexes: $\frac{67}{8}$; dieser ziemlich stark positive Krystall ist nach {001} tafelig.

9. Essigsaures Blei $Pb(C_2H_3O_2)_2$, 10 aq²⁾.

Für die eindeutige Aufstellung sind die Transformationsgleichungen

$$q_1 : q_2 : q_3 = p_2 : p_3 : p_1 \quad \text{gültig.}$$

Demgemäß ist die beobachtete Combination:

$$\begin{array}{cc} H & D \\ 100; 101, 011, 110 \\ (010) (110) (101) (011) \end{array}$$

$$4$$

Symbol des Complexes: $\frac{46}{2}$.

10. Inactive Asparaginsäure $CO_2H.CHH_2.CHNH_2.CO_2H^3)$.

Für die eindeutige Aufstellung sind die Transformationsgleichungen

$$q_1 : q_2 : q_3 = p_3 : p_2 : p_1 \quad \text{gültig.}$$

Demgemäß ist die beobachtete Combination:

$$\begin{array}{ccc} H & D & C \\ 001, 100; 011, 110; 112, 11\bar{2} \\ (100) (001) (110) (011) (211) (\bar{2}11) \end{array}$$

$$4; +6$$

Symbol des Complexes: $\frac{69}{5}$.

1) Diese Zeitschr. 20, 334.

2) Chemical News 4890, 61, 496. Ref. diese Zeitschr. 20, 548.

3) Atti d. Soc. Toscana di Sc. Nat. 4890, 11. Ref. diese Zeitschr. 20, 619.

11. Cernitrat $Ce_2N_6O_{18}$, 12 aq¹⁾.

Für die eindeutige Aufstellung sind die Transformationsgleichungen

$$q_1 : q_2 : q_3 = p_1 + p_2 : p_1 - p_2 + p_3 : -p_3 \text{ gültig.}$$

Demgemäß ist die beobachtete Combination:

$$\begin{array}{ccc} H & D & C \\ 100; & 110, 1\bar{1}0, 01\bar{1}, 10\bar{1}, 0\bar{1}\bar{1}, 10\bar{1}; & 1\bar{2}\bar{1} \\ (110) & (100) (010) (001) (011) (\bar{1}11) (\bar{1}01) & (0\bar{1}1) \end{array}$$

$$\begin{array}{c} 4; -10 \quad 6 \\ \text{Symbol des Complexes: } 32; \pm 90. \\ -5 \end{array}$$

12. Kaliumvanadat $K_2V_4O_{11}$, 4 aq²⁾.

Für die eindeutige Aufstellung sind die Transformationsgleichungen

$$q_1 : q_2 : q_3 = p_1 + p_2 : p_1 - p_2 : 2p_3 \text{ gültig.}$$

Demgemäß ist die beobachtete Combination:

$$\begin{array}{ccc} D & C \\ 110, 1\bar{1}0, 0\bar{1}\bar{1}, 1\bar{0}1, 011, 101; & 2\bar{1}\bar{1} \\ (100) (010) (\bar{1}11) (\bar{1}\bar{1}1) (1\bar{1}1) (111) & (131) \end{array}$$

$$\begin{array}{c} 2 \quad 1 \\ \text{Symbol des Complexes: } 53; ?. \\ -0 \end{array}$$

13. Diacetyläther des Dioxynaphthalins $C_{10}H_6 \begin{smallmatrix} OCOCH_3 \\ OCOCH_3 \end{smallmatrix}$ ³⁾.

Für die eindeutige Aufstellung sind die Transformationsgleichungen

$$q_1 : q_2 : q_3 = p_2 : p_1 : p_3 \text{ gültig.}$$

Demgemäß ist die beobachtete Combination:

$$\begin{array}{c} 110, 101, 011 \\ (110) (011) (101) \end{array}$$

$$\begin{array}{c} 4 \\ \text{Symbol des Complexes: } 38. \\ 8 \end{array}$$

14. Trinitrobutyltoluol $C_6H.CH_3C(CH_3)_3(NO_2)_3$ ⁴⁾.

Für die eindeutige Aufstellung sind die Transformationsgleichungen

$$q_1 : q_2 : q_3 = p_2 : p_3 : p_1 \text{ gültig.}$$

Demgemäß ist die beobachtete Combination:

$$\begin{array}{ccc} H & D & C \\ 001, 010; & 110, 01\bar{1}, 101; & 21\bar{1}, 211 \\ (100) (001) & (011) (\bar{1}01) (110) & (\bar{1}21) (\bar{1}21) \end{array}$$

1) Diese Zeitschr. 22, 34.

2) Ebenda 22, 39.

3) Ebenda 22, 430.

4) Ebenda 22, 432.

$\frac{1}{4}; -13$
 Symbol des Complexes: $\frac{41}{4}$.

15. Natrium-Silberthiosulfat NaAgS_2O_3 , aq^1 :

Für die eindeutige Aufstellung sind die Transformationsgleichungen

$$q_1 : q_2 : q_3 = p_1 : p_3 : p_2 \quad \text{gültig.}$$

Demgemäß ist die beobachtete Combination:

H	D	A	C
001; $\bar{1}10$, 110, 101, 011;	012;	$\bar{1}12$, 112	
(010) ($\bar{1}01$) (101) (110) 011)	(021)	($\bar{1}21$) (121)	

$\frac{1}{4}; 0$
 Symbol des Complexes: $\frac{67}{4}$.

16. Ammoniummanganchlorid $(\text{NH}_4)_2\text{MnCl}_4 \cdot 2\text{aq}^2$.

Für die eindeutige Aufstellung sind die Transformationsgleichungen

$$q_1 : q_2 : q_3 = p_1 + p_3 : p_1 - p_3 : 2p_2 \quad \text{gültig.}$$

Demgemäß ist die beobachtete Combination:

H	D	A	C
110, $\bar{1}\bar{1}0$, 101, 0 $\bar{1}1$			
(100) (001) (111) ($\bar{1}11$)			

$\frac{1}{4}; 0$
 Symbol des Complexes: $\frac{53}{4}$.
 -3

17. $\text{K}_2(\text{SbO})_2(\text{C}_4\text{H}_4\text{O}_6)_2 + \text{NaNO}_3 + \text{aq}^3$.

Für die eindeutige Aufstellung sind die Transformationsgleichungen

$$q_1 : q_2 : q_3 = p_2 : p_1 : p_3 \quad \text{gültig.}$$

Demgemäß ist die beobachtete Combination:

H	D	A	C
100, 010; 110, 011, 101;	210;	$\bar{1}21$	
(010) (100) (110) (101) (011)	(120)	($\bar{2}\bar{1}1$)	

$\frac{1}{4}$
 Symbol des Complexes: $\frac{33}{3}$.

18. Dimethylaminchloroplatinat $[(\text{CH}_3)_2\text{NH} \cdot \text{HCl}]_2\text{PtCl}_4$, β -Mod. 4).

Für die eindeutige Aufstellung sind die Transformationsgleichungen

$$q_1 : q_2 : q_3 = p_2 : p_3 : p_1 \quad \text{gültig.}$$

1) Diese Zeitschr. **23**, 502. Ref. aus Földtani Közlöni **22**, 353.

2) American chemic. Journ. **14**, 127 ff. Ref. diese Zeitschr. **23**, 647.

3) N. Jahrb. f. Min. usw., Beil.-Bd. **8**, 499 ff. Ref. diese Zeitschr. **24**, 186.

4) Diese Zeitschr. **24**, 319.

Demgemäß ist die beobachtete Combination:

$$\begin{array}{cc} H & D \\ 100; & 101, 110, 011 \\ (010) & (110) (011) (101) \end{array}$$

$\frac{4}{3}$
Symbol des Complexes: 43.

19. Dihydrosantinsäuremonobromderivat $C_{15}H_{17}BrO_2$, β -Mod. ¹⁾.

Für die eindeutige Aufstellung sind die Transformationsgleichungen

$$q_1 : q_2 : q_3 = p_1 : p_3 : p_2 \quad \text{gültig.}$$

Demgemäß ist die beobachtete Combination:

$$\begin{array}{cc} H & D \\ 100, 010; & 110, \bar{1}10, 011, 101 \\ (100) (001) & (101) (\bar{1}01) (011) (110) \end{array}$$

$\frac{4}{4}$; $\frac{4}{4}$.
Symbol des Complexes: 40.

20. Natriumsilicotungstat $W_{12}SiO_{40}Na_4$, 2 aq ²⁾ B.

Für die eindeutige Aufstellung sind die Transformationsgleichungen

$$q_1 : q_2 : q_3 = -p_3 : p_2 : p_1 \quad \text{gültig.}$$

Demgemäß ist die beobachtete Combination:

$$\begin{array}{ccc} H & D & C \\ 100; & 011, 0\bar{1}1, \bar{1}\bar{1}0, \bar{1}10, 101; & 211, \bar{1}21, 121 \\ (001) & (110) (1\bar{1}0) (0\bar{1}1) (011) (10\bar{1}) & (11\bar{2}) (121) (12\bar{1}) \end{array}$$

$\frac{4}{2}$; $\frac{+15}{-25}$.
Symbol des Complexes: 47.

21. Pentachlorphenolbenzoat $C_6Cl_5O.C_7H_5O^3$.

Für die eindeutige Aufstellung sind die Transformationsgleichungen

$$q_1 : q_2 : q_3 = p_2 : p_1 : p_3 \quad \text{gültig.}$$

Demgemäß ist die beobachtete Combination:

$$\begin{array}{ccccc} H & D & B & C & \mathfrak{H} \\ 010, 004; & 110, 0\bar{1}1, 011, 101; & 1\bar{2}2; & 1\bar{1}2, 211, 2\bar{1}1; & 213 \\ (100) (001) & (110) (\bar{1}01) (101) 011 & (\bar{2}12) & (\bar{1}12) (121) (\bar{1}21) & (123) \end{array}$$

$\frac{4}{1}$; $\frac{-7}{52}$.
Symbol des Complexes: 52.

1) Gazz. chim. ital. **22** (I. Ref. diese Zeitschr. **24**, 344.

2) Bullet. soc. franç. de minér. **19**, 249 ff. Ref. diese Zeitschr. **29**, 659.

3) Ebenda **19**, 390. Ref. diese Zeitschr. **29**, 681.

22. Paramidobenzoësäure¹⁾.

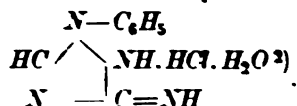
In Übereinstimmung mit dem Verf. (Hrn. Negri) haben wir die Combination:

$$101, \bar{1}01, 110, 011.$$

$$4; +10$$

$$\text{Symbol des Complexes: } \begin{matrix} 43 \\ 10 \end{matrix}.$$

23. Chlorhydrat des 1-Phenyl-3-Imidotriazolins



In Übereinstimmung mit dem Verf. (Hrn. Ferro) haben wir die Combination:

$$\begin{array}{ccc} H & D & C \\ 100, 010: & 011, 101, \bar{1}01, 110; & \bar{1}21. \end{array}$$

$$4; +7$$

$$\text{Symbol des Complexes: } \begin{matrix} 38 \\ 4 \end{matrix}.$$

24. Dipropylaminplatinchlorid $PtCl_6[NH_2.C_3H_7C_3H_7]_2$ ³⁾.

In Übereinstimmung mit dem Verf. (Hrn. A. Ries) haben wir die Combination:

$$\begin{array}{ccccc} H & D & C & \mathfrak{A} & Aa \\ 001; & 101, 011, \bar{1}01; & 121, \bar{1}12; & \bar{1}23; & 013. \end{array}$$

Auch für die mit derselben isomorphen Verbindung $PtCl_6[NH_2.C_3H_7.C_4H_9]_2$ ⁴⁾ besteht die Combination:

$$001; 101, 011, \bar{1}01; 121, \bar{1}12; \bar{1}23; 013, \bar{1}03 \text{ und noch } \bar{1}10.$$

$$4; 0$$

$$\text{Das Symbol des Complexes für die beiden ist: } \begin{matrix} 74 \\ 2 \end{matrix}.$$

25. Luteokobaltsulfat $(SO_4)_3(Co.6NH_3)_2, 5aq$ ⁵⁾.

In Übereinstimmung mit dem Verf. (Hrn. T. Klobb) haben wir die Combination:

$$\begin{array}{ccccc} H & D & C & \mathfrak{A} & A\beta \\ 001, 100; & 101, 10\bar{1}, 011, 110; & 112, 11\bar{2}, 12\bar{1}; & 321; & 32\bar{3}. \end{array}$$

Auch für das isomorphe Seleniat $(SeO_4)_3(Co.6NH_3)_2, 5aq$ ⁶⁾ besteht die Combination:

$$001; 101, 10\bar{1}, 011, 110; 112, 11\bar{2}, 12\bar{1}; 321, 123; 32\bar{3}.$$

$$4; 0$$

$$\text{Symbol des Complexes: } \begin{matrix} 62 \\ 3 \end{matrix}.$$

1) Gazz. chim. ital. 1896, 1, 68. Ref. diese Zeitschr. 30, 183.

2) Rivista di Min. 1898, 18, 79. Ref. diese Zeitschr. 32, 528.

3) Diese Zeitschr. 36, 337.

4) Ebenda 36, 343.

5) Bull. d. l. soc. fr. min. 24, 307. Ref. diese Zeitschr. 37, 173.

6) Ebenda 274.

Es mögen diese Beispiele genügen, um zu zeigen, wie scharf die für die oktaëdrische Structur charakteristische Complication hervortreten kann, sogar ohne genaue individuelle Erforschung des Wichtigkeitsgrades jeder gegebenen Form.

Stellen wir, zu größerer Anschaulichkeit, die verzeichneten Formen zusammen, so erhalten wir folgende Tabelle (mit der Angabe der Anzahl der Flächenpaare):

	<i>H</i>	<i>D</i>	<i>O</i>	<i>A</i>	<i>B</i>	<i>C</i>	\mathfrak{N}	<i>Aa</i>	<i>Aβ</i>	
Nr.	{100}	{110}	{111}	{210}	{221}	{211}	{321}	{310}	{323}	Zusammen:
1	3	5	—	—	—	1	—	2	—	11
2	—	6	—	—	—	—	—	—	—	6
3	1	5	2	—	—	—	—	—	—	8
4	1	6	—	—	—	2	—	—	—	9
5	2	3	—	—	—	4	—	—	—	9
6	2	5	—	—	—	1	—	—	—	8
7	—	6	—	—	—	—	—	—	—	6
8	1	4	—	—	—	—	—	—	—	5
9	1	6	—	—	—	—	—	—	—	7
10	2	4	—	—	—	4	—	—	—	10
11	1	6	—	—	—	1	—	—	—	8
12	—	6	—	—	—	1	—	—	—	7
13	—	6	—	—	—	—	—	—	—	6
14	2	5	—	—	—	4	—	—	—	11
15	1	6	—	—	—	4	—	—	—	11
16	—	6	—	—	—	—	—	—	—	6
17	2	6	—	2	—	4	—	—	—	14
18	1	6	—	—	—	—	—	—	—	7
19	2	6	—	—	—	—	—	—	—	8
20	1	5	—	—	—	3	—	—	—	9
21	2	6	—	—	—	6	2	—	—	16
22	—	6	—	—	—	—	—	—	—	6
23	2	6	—	—	—	2	—	—	—	10
24	1	4	—	—	—	4	2	2	—	13
24a	1	6	—	—	—	4	2	4	—	17
25	2	6	—	—	—	6	2	—	2	18
25a	1	6	—	—	—	6	4	—	2	19
in Sa.:	32	148	2	2	0	57	12	8	4	265
	3	6	4	12	12	12	24	12	12	
	$10\frac{2}{3}$	$24\frac{2}{3}$	$\frac{1}{3}$	$\frac{1}{6}$	0	$4\frac{3}{4}$	$\frac{1}{2}$	$\frac{2}{3}$	$\frac{1}{3}$	
	1	$\frac{1}{2}$	3	5	9	$1\frac{1}{2}$	$3\frac{1}{2}$	$2\frac{1}{2}$	$5\frac{1}{2}$	

Die in Summa erhaltenen Zahlen sind durch die Zahlen dividiert, welche die vollständige Anzahl der Flächenpaare jeder gegebenen Form darstellen, um daraus diejenige Zahl zu ermitteln, welche als Ausdruck des Wichtigkeitsgrades jeder Form gelten muß.

Nun sieht man in sehr scharfer Weise die Ubereinstimmung der auf diesem Wege erhaltenen Zahlenreihe mit derjenigen der reticulären Dich-

tigkeit für die oktaëdrische Structurart, da die zuletzt angegebene Zahlenreihe diejenige ist, welche den Quadraten der reticulären Dichtigkeit umgekehrt proportional ist.

In dieser Krystallreihe tritt besonders der merkwürdige Umstand hervor, daß die, sonst als die wichtigste erscheinende Form $\{111\}$ ganz unverhältnismäßig selten vertreten ist. Schon dieser Umstand deutet auf sehr sparsames Vorkommen dieser Structurart im Krystallreiche hin. Denselben Schluß ziehen wir besonders aus der Übersicht der Krystalle der kubischen Syngonie, wo fast durchwegs $\{111\}$ als die wichtigste Form unter allen, sogar die Form $\{100\}$ mitgerechnet, auftritt.

Aus dem bei der allgemeinen kritischen Übersicht des Krystallreiches verfaßten Verzeichnisse der Krystalle der kubischen Syngonie ist es ersichtlich, daß darunter nur sehr wenige vorhanden sind, bei welchen die oktaëdrische Structur sehr scharf ausgeprägt ist. Dazu gehört z. B. das hexakis-tetraëdrisch krystallisierende Doppelsalz $(3Na_2C_2O_4 + CrCl_3O_{12})$, 9 aq. in welchem lediglich die Formen $\{211\}$ und $\{110\}$ zur Beobachtung gelangt sind ¹⁾.

Aber so gestaltet sich die Sache nur heraus, wenn man sich mit dem einfachen Formenverzeichnis begnügt und von der relativen Wichtigkeit jeder einzelnen Form absieht, deren Kenntnis übrigens fast immer durch specielle individuelle Erforschung erlangt werden kann.

Nun denken wir uns, daß dies wirklich geschehen sei und der relative Wichtigkeitsgrad seinen zahlenmäßigen Ausdruck erhalten habe. Auf welche Weise, durch die Anwendung welchen Kriteriums können wir dann diese Structurart auf überzeugende Weise constatieren?

In der Arbeit »Allgemeinste Krystallisationsgesetze . . . « ²⁾ wurde ein solches Kriterium unter den Krystallen des kubischen Typus nur für die hexaëdrische Structurart entwickelt. Jetzt wollen wir die Sache für die übrigen Structurarten ergänzen.

Dieses Kriterium findet sich in der Anwendung der Formel ³⁾:

$$W = \frac{R}{J} \frac{\arctan z}{90^\circ} \sin \alpha \sin \beta \cos (A - \gamma),$$

wo W den Wahrscheinlichkeitsgrad, R den reellen, J den ideellen Wert der Aufstellung bedeutet; für die übrigen Glieder, welche für die kubischen Krystalle sämtlich fast genau die Größe 1 erhalten, ist auf die betreffende Arbeit zu verweisen.

Die Zahl R wird bekanntermaßen aus dem Formenverzeichnis ermittelt, und die Zahl J a priori direct aus der betreffenden Tabelle, gemäß der Flächenanzahl, entlehnt.

¹⁾ Rammelsberg, Handbuch d. kryst.-physik. Chem. 4882, 2, 64.

²⁾ Diese Zeitschr. 38, 324 ff.

³⁾ Diese Zeitschr. 38, 366.

Für die hexaëdrische Structurart wurde schon früher folgende Tabelle zusammengefaßt¹⁾:

Nummer der Flächenpaare:	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Indices:	100	010	001	110	110	101	101	011	011
Die dem Quadrate der reticulären Dichtigkeit proportionale Größe:	1	1	1	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5
Ideeller Wert der Aufstellung (<i>J</i>):	1	2	3	3,5	4,0	4,5	5,0	5,5	6,0
10	11	12	13	14—25	26—37	38—49	50—61	62—73	74—85
111	111	111	111	210	211	221	310	311	320
0,33	0,33	0,33	0,33	0,20	0,17	0,11	0,10	0,09	0,08
				12	12	12	12	12	12
6,33	6,66	6,99	7,32	9,72	11,76	13,08	14,28	15,36	16,32
86—109	110—121	122—133	134—145						
321	322	410	411						
0,07	0,06	0,06	0,06						
24	12	12	12						
18,03	18,73	19,43	20,72						

Für die oktaëdrische Structurart läßt sich folgende analoge Tabelle zusammenstellen:

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
110	110	101	101	011	011	100	010	001	211	121	112	211	121
2	2	2	2	2	2	1	1	1	0,66	0,66	0,66	0,66	0,66
2	4	6	8	10	12	13	14	15	15,66	16,32	16,98	17,64	18,30
15	16	17	18	19	20	21	22—33	34—37	38—61				
112	211	121	112	211	121	112	310	111	321				
0,66	0,66	0,66	0,66	0,66	0,66	0,66	0,40	0,33	0,29				
							12	4	24				
18,96	19,62	20,28	20,94	21,60	22,26	22,92	27,72	29,07	36,00				
62—73	74—85	86—97	98—121	122—133	134—157								
411	210	332	431	510	521								
0,22	0,20	0,18	0,16	0,16	0,13								
12	12	12	24	12	24								
38,64	43,44	45,60	49,44	51,36	54,48								

Endlich für die dodekaëdrische Structurart ergibt sich folgende analoge Tabelle:

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
111	111	111	111	100	010	001	110	110	101	101	011	011
1,33	1,33	1,33	1,33	1	1	1	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5
1,33	2,66	3,99	5,32	6,32	7,32	8,32	8,82	9,32	9,82	10,32	10,82	11,32

¹⁾ Diese Zeitschr. 38, 362.

14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25
311	131	113	311	131	113	311	131	113	311	131	113
0,36	0,36	0,36	0,36	0,36	0,36	0,36	0,36	0,36	0,36	0,36	0,36
11,68	12,04	12,40	12,76	13,12	13,48	13,84	14,15	14,51	14,87	15,13	15,49
26—37	38—49	50—61	62—73	74—97	98—109	110—121	122—145				
331	210	211	511	531	221	310	532				
0,21	0,20	0,17	0,15	0,11	0,11	0,10	0,09				
12	12	12	12	24	12	12	24				
18,01	20,41	22,45	24,25	26,89	28,21	29,41	31,57				

Jetzt wollen wir diese Tabelle zur Anwendung bringen und durch zahlenmäßigen Ausdruck die relative Wahrscheinlichkeit dafür ermitteln, daß in der oben angegebenen Krystallreihe wirklich die oktaëdrische Structur vertreten ist.

Ermitteln wir zuerst die ideellen Werte J .

Unter Annahme der hexaëdrischen Structurart erhalten wir für die Krystalle:

Nr. 1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
11	6	8	9	9	8	6	5	7	10	8	7	6	11	11	6
6,66	4,5	5,5	6,0	6,0	5,5	4,5	4,0	5,0	6,33	5,5	5,0	4,5	6,66	6,66	4,5
17	18	19	20	21	22	23	24	24a	25	25a					
14	7	8	9	16	6	10	13	17	18	19					
7,52	5,0	5,5	6,0	7,92	4,5	6,33	7,32	8,12	8,32	8,52	162,86;				

bei der Annahme der oktaëdrischen Structurart respective:

16,32	12	14	15	15	14	12	10	13	15,66	14	13	12	16,32	16,32	12
18,30	13	14	15	19,62	12	15,66	17,64	20,28	20,94	21,60	408,66;				

bei der Annahme der dodekaëdrischen Structurart respective:

10,32	7,32	8,82	9,32	9,32	8,82	7,32	6,32	8,32	9,82	8,82	8,32	7,32
10,32	10,32	7,32	11,68	8,32	8,82	9,32	12,40	7,32	9,82	11,32	12,79	13,12
12,48	256,51.											

Für die Ermittlung des Wertes R stellen wir die Tabelle zusammen:
unter Annahme der hexaëdrischen Structurart:

100	110	111	210	211	321	310	323
32	148	2	2	57	12	8	4
:	1	2	3	5	6	14	10
32	74	0,66	0,40	9,5	0,86	0,8	0,18
118,4							

bei der Annahme der oktaëdrischen Structurart respective:

:	1	$\frac{1}{2}$	3	5	$\frac{3}{2}$	$\frac{7}{2}$	$\frac{5}{2}$	$\frac{11}{2}$
32	296	0,66	0,40	38	3,44	3,2	0,72	374,42

bei der Annahme der dodekaëdrischen Structurart respective:

:	1	2	$\frac{3}{4}$	5	6	14	10	22
	32	74	2,64	0,40	9,5	0,86	0,8	0,18; 120,38

Also haben wir für die angeführten Krystalle zusammengekommen:
unter Annahme der hexaëdrischen Structur:

$$R = 118,4; J = 162,86; R/J = 0,73;$$

unter Annahme der oktaëdrischen Structur:

$$R = 374,42; J = 408,66; R/J = 0,92;$$

unter Annahme der dodekaëdrischen Structur:

$$R = 120,38; J = 256,54; R/J = 0,47.$$

Die Annahme der letzteren Structur ist also von vornherein unwahrscheinlich. Aber auch der Unterschied zwischen den beiden ersten Zahlen ist scharf genug, um auf überzeugende Weise den Krystallen die oktaëdrische Structur zuzuschreiben.

Aus denjenigen Mineralien, welche von mir persönlich untersucht wurden, sind in dieser Hinsicht besonders die isomorphen Melanterit und Bieberit von Interesse.

Für das erste wurde schon früher die Combination:

H D O C Aa Aa^3
100, 010, 004; 110, 101, $\bar{1}01$, 014; 111; 112, 121, $\bar{1}21$, 211; 013, 301, 103; $\bar{1}05$
constatiert und für das letzte folgende

H D O C Aa
010, 004; 110, 101, $\bar{1}01$, 014; 111; 112, 121, $\bar{1}21$, 211; 013, 103
von mir gefunden¹⁾.

Berücksichtigt man nur diejenigen Formen, welche beiden gemeinsam sind, so erhält man folgende Tabelle:

{100}	{110}	{111}	{211}	{310}	
2	6	2	8	4	22

also unter Annahme von hexaëdrischer Structur:

:	1	2	3	6	10
	2	3	0,66	1,25	0,4
					7,35

unter Annahme von oktaëdrischer Structur:

:	1	$\frac{1}{2}$	3	$\frac{3}{2}$	$\frac{5}{2}$
	2	12	0,66	6	1,6
					22,26

unter Annahme von dodekaëdrischer Structur:

:	1	2	$\frac{3}{4}$	6	10
	2	3	2,64	1,25	0,4
					9,29

¹⁾ Bulletin de l'Academ. Imp. des Sc. de St. Petersb. 1902, 17, 94.

Daraus folgt, daß unter respectiven Annahmen man erhält:

$$1) \frac{7,35}{9,12}, \quad 2) \frac{22,26}{23,32}; \quad 3) \frac{9,26}{11,87}.$$

Die oktaëdrische Structur ist somit auch durch diesen zahlenmäßigen Ausdruck sehr scharf ausgesprochen.

Sehen wir unter kubischen Krystallen die Combination $\{110\}$, $\{100\}$, $\{211\}$ allein vertreten, so können wir, dem Gesagten gemäß, mit vollständiger Sicherheit ($W = 1$) behaupten, daß dem betreffenden Krystalle oktaëdrische Structur zukommt. Aber gerade diesen Fall haben wir vor uns in solchen Mineralien, wie Granat, Leucit, Analcim; obgleich wir an denselben manchmal verschiedene andere Flächen antreffen (speciell am Granat), so kommt dies doch verhältnismäßig so selten vor und die angegebene Combination dominiert in der überwiegenden Zahl der Exemplare so sehr, daß bei der zahlenmäßigen Schätzung der Wichtigkeit aller übrigen Formen denselben ein der Null sehr nahe kommender Coëfficient zukommt.

Unter den allgemein bekannten Mineralien ist die oktaëdrische Structur vielleicht am schärfsten an den Feldspäten ausgesprochen. Einige auf die allgemeine Übersicht sich beziehende charakteristische Zahlen sind aus dem Cursus der Krystallographie (1901) S. 168 zu entnehmen und auch in dem II. Teile dieser Arbeit ¹⁾ erwähnt.

Nimmt man z. B. als die gewöhnlichste und verbreitetste Combination des Orthoklases:

$$\begin{matrix} n & y & P & M & o & l, T & x \\ H\{100\}, \{001\}; & D\{110\}, \{1\bar{1}0\}, \{101\}, \{0\bar{1}1\}; & C\{112\} \end{matrix}$$

an, so findet man leicht für R/J die Werte: 0,80 bei der Annahme der hexaëdrischen, 0,52 bei der Annahme der dodekaëdrischen Structur, während bei der Annahme der oktaëdrischen Structur diese Combination sich als die ideelle erweist (also $R/J = 1$), und demgemäß die Zugehörigkeit zu dieser Structur als fast absolut sicher festgestellt behauptet werden kann.

Aus diesem Beispiele ersieht man am besten, wie wichtig der in dieser Arbeit vertretene Standpunkt ist, wie verhältnismäßig scharf auf diesem Wege Schlußfolgerungen gezogen werden können.

Aus der Reihe der von mir persönlich untersuchten Mineralien erlaube ich mir noch eines zu erwähnen, welches mir von besonderem Interesse erschien.

Ich muß dabei erwähnen, daß, seitdem die Grundlage für die eindeutige Aufstellung (in der Arbeit »Allgemeinste Krystallisationsgesetze...«) festgestellt worden war, ich in meiner eigenen Praxis jeden einzelnen Krystall (mit genügender Combination) direct nach der Herstellung seines Diagramms

¹⁾ Diese Zeitschr. 86, 226.

mit solchen Indices bezeichne. Soll dieses ein Mineral darstellen, welches in meine »Kritische Übersicht der Krystalle des Mineralreiches« aufgenommen wurde, so finde ich direct nach dem einzelnen Diagramm, ohne Zeit zu verlieren, durch die Aufsuchung verschiedener Quellen und verschiedener Voraussetzungen, was es für ein Mineral ist.

Vor kurzem untersuchte ich die Mineralien, welche Hr. W. W. Nikitin aus den (Gold-)Wascharbeiten des Bergkreises Tomsk ¹⁾ entnommen hat. Diese Mineralien erschienen in zum Teil sehr schönen Krystallen, aber in abgerollter Form; und darunter werden verschiedene gefunden.

Nur erwies sich eines davon als pseudokubisches mit der Abweichung von echt kubischen Krystallen höchstens um 3° und dabei in einer Combination, welche mit derjenigen eines Leucits oder eines Granats als identisch gelten kann. Die Gesamtheit der Flächen ist also mit der vom Granat fast vollständig übereinstimmend mit Abwesenheit einzelner Flächen ohne jede Rücksicht auf Symmetrieverhältnisse, wie dies auch in kubischen Krystallen fast stets vorkommt.

Ist dem aber so, so wird zugleich jede Willkür in der Aufstellung beseitigt und nun, der Anschaulichkeit wegen, gebe ich das vollständige Flächenverzeichnis eines solchen Krystalles auf einer Hemisphäre, während die andere durch eine einzige Spaltungsfläche ersetzt wurde, und zwar (100):

$\begin{matrix} H & D & C \end{matrix}$
 010; 101, 110, 101̄, 011̄; 112, 112̄, 112̄, 112̄, 121, 121̄, 121̄, 121̄, 211, 211̄.

Daraus ersieht man das Fehlen von 100 (gerade die sehr deutliche Spaltungsfläche), 001, 110, 211, 211̄; sonst würde die vollständige Combination eines kubischen Krystalles vorliegen.

Inwiefern auch die sphärischen Coordinaten denjenigen der kubischen Krystalle entsprechen, ersieht man aus folgender Tabelle (berechnete Werte, welche auf der Winkelgröße 100 : 101 = 47° 50' und 100 : 110 = 45° 0' ²⁾ ihren Grund haben).

Sphärische Coordinaten					
die der gefundenen Krystalle:			die der kubischen Krystalle:		
p	φ	ϱ	p	φ	ϱ
010	0° 0'	90° 0'	0° 0'	90° 0'	470
110	45 0	90 0	45 0	90 0	100
101	90 0	42 10	90 0	45 0	111
121	26 34	63 44	26 34	65 54	311
112	45 0	32 39	45 0	35 16	101

Bringt man aber die Transformationsformel:

$$q_1 : q_2 : q_3 = p_1 + p_2 : p_1 - p_2 : p_3$$

1) System von Kelbek (d. Mat. war von Herrn Korotkow gesammelt).

2) In der Tat wurde 45° 2' gefunden, aber dies weicht nur in den Fehlergrenzen ab.

zur Anwendung, so findet man die in der letzten Colonne angeführten Indices, und dann erweist sich, daß die betreffenden Winkel für Zirkon ganz genau übereinstimmen.

Berücksichtigen wir also diesen einzigen Krystall, so würde man fast zweifellos schließen müssen, daß Zirkon ein pseudokubisches Mineral ist von oktaëdrischer Structur.

Zieht man aber mehrere Krystalle desselben in Betracht, so stößt man bald auf einige Widersprüche.

Wie erwähnt, ersieht man schon an dem angeführten Krystalle, daß die Fläche $\{1\bar{1}0\}$ durch zwei Flächen $\{2\bar{1}\bar{1}\}$ und $\{2\bar{1}1\}$ ersetzt worden ist. Bei der Übersicht mehrerer Krystalle findet man sogar, daß die zwei letzteren sich von größerer Wichtigkeit erweisen, als die erste: aus acht Krystallen, welche in einer Partie zusammen gesammelt worden waren, wurde in allen ohne Ausnahme die Form $\{112\}$, und nur in vier derselben die Form $\{101\}$ und in zwei auch die Form $\{110\}$ constatiert (sogar in diesen beiden durch eine einzige Fläche, oder, genauer, Flächenandeutung). Unter Annahme der oktaëdrischen Structur ist dies wenig begreiflich, da gerade diese Flächen die wichtigsten sein müssen. Noch weniger begreiflich ist das stetige Erscheinen von $\{112\}$, da solches nur mit der Annahme eines stark positiven Krystalles stimmte, und in der Tat weisen die Eigenschaften des Zirkons eher auf sein negatives Antlitz (oft prismatisch nach der Verticalaxe, deutliche Spaltbarkeit nach zwei senkrechten Flächen derselben Zone, vollständige Abwesenheit der Form $\{001\}$ an meinen Krystallen und zahlreicheres Auftreten der positiven Formen). Gerade mit allen diesen Tatsachen ist die übliche Aufstellung in Übereinstimmung. Wirft man dann aber einen Blick auf diese Tabelle, so findet man die Zugehörigkeit des Zirkons zu den Krystallen von dodekaëdrischer Structur wahrscheinlicher. Deswegen wenden wir uns der Frage zu, ob ernsthafte Tatsachen für die Annahme dieser letzteren vorhanden sind.

Nun seien wieder einige wenige von mir angemerzte Beispiele (bei der Ausführung der allgemeinen kritischen Übersicht des Krystallreiches) wegen des sehr scharfen Ausdruckes dieser Structur aufgezählt.

4. Sarkinit $AsO_4Mn(MnOH)^1$.

Für die eindeutige Aufstellung sind die Transformationsgleichungen

$$q_1 : q_2 : q_3 = p_2 + p_3 : -p_2 + p_3 : p_1 + p_3 \text{ gültig.}$$

Demgemäß ist die beobachtete Combination:

H	O	Aa
$100, 001;$	$111, 1\bar{1}1;$	$3\bar{1}1$
$(\bar{1}11)(100)$	$(001)(110)$	(021)

¹⁾ Die Combinationen dieses und der folgenden Mineralien sind den »Krystallographischen Winkeltabellen« Goldschmidts entnommen.

Das Symbol des Complexes dieses monoklinen trigonaloiden Krystalles
 3; $\frac{1}{2}$
 ist: 66 .
 —3

2. Sarkolith $Si_5O_{36}Al_6Ca_8Na_2$.

Die beobachtete Combination dieses tetragonalen Minerals ist:

<i>H</i>	<i>D</i>	<i>O</i>	<i>A</i>	<i>Aγ</i>	<i>Ab</i>
100, 004;	110, 011;	111;	210;	311, 113;	331, 133.

Symbol des Complexes: $\frac{4}{51}$.

3. Wernerit (Mejonit) $[Si_2AlO_8]_3Al_2[AlO]Ca_4$.

Die beobachtete Combination dieses tetragonalen Minerals ist:

<i>H</i>	<i>D</i>	<i>O</i>	<i>A</i>	<i>Aa</i>	<i>Ab</i>
100, 004;	110, 011;	111;	210;	311;	331.

Symbol des Complexes: $\frac{4}{32}$.

4. Natrolith $[SiO_3]_3Al[AlO]Na_2$, 2 aq.

Für die eindeutige Aufstellung sind die Transformationsgleichungen:

$$q_1 : q_2 : q_3 = p_2 : p_1 : p_3 \quad \text{gültig.}$$

Demgemäß ist die beobachtete Combination:

<i>H</i>	<i>D</i>	<i>O</i>	<i>A</i>	<i>B</i>	<i>Aa</i>	<i>Ab</i>	<i>Aγ</i>	<i>Aa²γ</i>
100, 010, 004;	110, 011, 101;	111;	210;	221;	130, 301, 031;	331;	311, 131;	151 u. a.

Symbol des Complexes: $\frac{4}{27}$.

5. Skolezit $[SiO_3]_3Al[Al, 2OH]Ca$, 2 aq.

Für die eindeutige Aufstellung sind die Transformationsgleichungen:

$$q_1 : q_2 : q_3 = p_2 : p_1 : p_3 \quad \text{gültig.}$$

Demgemäß ist die beobachtete Combination:

<i>H</i>	<i>D</i>	<i>O</i>	<i>A</i>	<i>Ab</i>	<i>Aγ</i>	<i>BA</i>
100, 010;	110, 011;	111, 111;	210, 120;	331;	131, 311;	531 u. a.

Symbol des Complexes: $\frac{4; 0}{27}$.

6. Saures unterphosphorsaures Natrium $Na_2H_2P_2O_6$, 6 aq¹⁾.

Für die eindeutige Aufstellung sind die Transformationsgleichungen:

$$q_1 : q_2 : q_3 = p_2 + p_3 : -p_2 + p_3 : p_1 + p_3 \quad \text{gültig.}$$

1) Diese Zeitschr. 3, 608.

Demgemäß ist die beobachtete Combination:

$$\begin{array}{cccc} H & D & O & A\gamma \\ 400, 004; & 404; & 444, 4\bar{4}4, 44\bar{4}; & 344 \\ (\bar{4}\bar{4}\bar{4}) (400) & (444) & (004) (440) (\bar{2}04) & (\bar{4}\bar{4}\bar{2}) \end{array}$$

$$3; +16.$$

Symbol des Complexes: $70.$; also ist dieser ein sehr stark positiv.

trigonaloider Krystall, weshalb er tafelig nach (444) erscheint.

7. Parabromphenol $C_6H_4Br(OH)$ ¹⁾.

Die beobachtete Combination dieses tetragonalen Krystalles ist:

$$H \ 400; \ O \ 444; \ A\gamma \ 434.$$

Symbol des Complexes: $\frac{4}{32}.$

8. Dimethylammonium-Kupferchlorid $N(CH_3)_2H_2Cl.CuCl_2$ ²⁾.

Für die eindeutige Aufstellung sind die Transformationsgleichungen:

$$q_1 : q_2 : q_3 = p_2 + p_3 : -p_2 + p_3 : -p_1 \quad \text{gültig.}$$

Demgemäß ist die beobachtete Combination:

$$\begin{array}{cccc} H & D & O & A\gamma \\ 400, 00\bar{4}; & 440, 0\bar{4}\bar{4}, 40\bar{4}, 4\bar{4}0; & 4\bar{4}\bar{4}, 44\bar{4}, \bar{4}\bar{4}\bar{4}; & 4\bar{4}\bar{3}, 4\bar{3}\bar{4} \\ (044) (400) & (004) (24\bar{4}) (244) (040) & (140) (404) (40\bar{4}) & (340) (44\bar{2}) \end{array}$$

$$3; +2.$$

Symbol des Complexes: $\frac{63}{-6}.$

9. Acetylorthoamidobenzoëssäure $C_6H_4CO_2H.NHC_2H_5O$ ³⁾.

Für die eindeutige Aufstellung sind die Transformationsgleichungen:

$$q_1 : q_2 : q_3 = p_2 : p_1 : p_3 \quad \text{gültig.}$$

Demgemäß ist die beobachtete Combination:

$$\begin{array}{cccc} H & O & Ab & A\gamma \\ 004; & 444; & 343; & 443, 344 \\ (004) & (444) & (433) & (443) (434) \end{array}$$

$$\frac{4}{1}$$

Symbol des Complexes: $\frac{76}{1}.$

10. Platoäthylsulfinitrit $Pt(ONO)_2.2S(C_2H_5)_2$ ⁴⁾.

Für die eindeutige Aufstellung sind die Transformationsgleichungen:

$$q_1 : q_2 : q_3 = p_2 : p_1 : p_3 \quad \text{gültig.}$$

¹⁾ Diese Zeitschr. 7, 582.

²⁾ Oversigt o. d. K. D. Vidensk. Selsk. Forh. 1882. Ref. diese Zeitschr. 8, 252.

³⁾ Journ. of chem. Soc. 1880, 37, 734. Ref. diese Zeitschr. 9, 92.

⁴⁾ Diese Zeitschr. 14, 125.

Demgemäß ist die beobachtete Combination:

$$\begin{array}{cccc} H & 001; & O & 111; & A\gamma & 113; & Aa^2\gamma & 115 \\ & (004) & & (114) & & (113) & & (115) \end{array}$$

4

Symbol des Complexes: 76. In diesen nach (001) tafeligen Krystallen

3.

ersieht man in (001) vollkommene Spaltbarkeit.

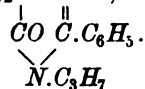
11. Orthotoluolsulfonamid $NH_2SO_2C_6H_4CH_3$ ¹⁾.

In diesem tetragonal-bipyramidalen Krystalle wurde folgende Combination beobachtet:

$$D \ 110; \ O \ 111; \ Ab \ 331; \ A\gamma \ 311.$$

Symbol des Complexes: $\frac{4}{26}$.

12. Propyltriphenylpyrrholon $(C_6H_5)_2C-CH^2$



Für die eindeutige Aufstellung sind die Transformationsgleichungen:

$$q_1 : q_2 : q_3 = p_3 : p_1 : p_2 \quad \text{gültig.}$$

Demgemäß ist die beobachtete Combination:

$$\begin{array}{ccccccccc} H & & D & & O & & A & & A\gamma \\ 010, 001, 100; & 110, 1\bar{1}0, 101; & 111, 1\bar{1}1; & 201, 021; & 131, 311 \\ (100)(010)(001) & (101)(\bar{1}01)(011) & (111)(\bar{1}11) & (012)(210) & (31\bar{1})(113) \end{array}$$

4; 2.

Symbol des Complexes: $\frac{37}{-1}$.

—1.

Die unten stehende Zahl —1 weist darauf hin, daß der Winkel (110): (1 $\bar{1}$ 0) = 87°. von dem rechten weniger abweicht, als der Winkel (100): (010) = 86°.

Mit dieser Propylverbindung ist die analoge Äthylverbindung isomorph. Dieselbe zeigt die Combination ³⁾:

$$\begin{array}{ccccccccc} H & & D & & O & & A & & A\gamma \\ 010, 100; & 110, 1\bar{1}0; & 111, 1\bar{1}1; & 201; & 131, 311 \\ (100)(001) & (101)(\bar{1}01) & (111)(\bar{1}11) & (012) & (31\bar{1})(113) \end{array}$$

13. Oxynaphtoësäuremethyläther $C_{10}H_6 \begin{smallmatrix} OH \\ CO_2CH_3 \end{smallmatrix}$ ⁴⁾.

Für die eindeutige Aufstellung gelten die Transformationsgleichungen:

$$q_1 : q_2 : q_3 = -3p_1 + p_3 : -p_1 - 4p_2 - p_3 : p_1 + p_3,$$

1) Diese Zeitschr. 15, 249.

2) Ebenda 18, 568.

3) Ebenda 18, 564.

4) Ann. d. Sc. phys. et nat. Genève 21, 83. Ref. diese Zeitschr. 20, 264.

deswegen ist die beobachtete Combination:

<i>H</i>	<i>D</i>	<i>O</i>	<i>Ab</i>	<i>Aγ</i>	<i>A$\alpha^2\gamma$</i>	<i>BA</i>
0 $\overline{1}$ 0, 100; $\overline{1}$ 10; $\overline{1}\overline{1}$ 1, $\overline{1}\overline{1}$ 1, 111, $\overline{1}\overline{1}$ 1; 331; $\overline{3}\overline{1}$ 1; 131; $\overline{3}\overline{1}$ 1						
(010) ($\overline{1}$ 01) ($\overline{1}\overline{1}\overline{1}$) (001) (101) (0 $\overline{1}$ 2) ($\overline{1}\overline{1}$ 1) ($\overline{1}\overline{1}$ 0) (100) (011) (110)						

Symbol des Complexes: $\begin{matrix} 4; 1 & 4 \\ 4 \end{matrix}$; +20.

14. α -Dypnopinakon $C_{32}H_{28}O_2$ ¹⁾.

Für die eindeutige Aufstellung sind die Transformationsgleichungen:

$$q_1 : q_2 : q_3 = p_1 : p_3 : p_2 \quad \text{gültig.}$$

Demgemäß ist die beobachtete Combination:

<i>H</i>	001, 100, 010; <i>O</i>	111; <i>Aγ</i>	$\overline{1}$ 13
(010) (100) (001)	(111)	($\overline{1}$ 31)	

Symbol des Complexes: $\begin{matrix} 4; 2 \\ 0 \end{matrix}$.

15. Phenylacridin $C_6H_4.CN.C_6H_5.C_6H_4$ ²⁾.

Für die eindeutige Aufstellung sind die Transformationsgleichungen:

$$q_1 : q_2 : q_3 = p_2 : -p_1 : p_1 + p_3 \quad \text{gültig.}$$

Demgemäß ist die beobachtete Combination:

<i>H</i>	<i>D</i>	<i>O</i>	<i>Aγ</i>
100; 110, 011, 0 $\overline{1}$ 1; $\overline{1}\overline{1}$ 1, 111; 311			
(010) ($\overline{1}$ 11) ($\overline{1}$ 02) (100) (110) ($\overline{1}$ 12) ($\overline{1}$ 32)			

Symbol des Complexes: $\begin{matrix} 4; -8. \\ 0 \end{matrix}$.

16. p-Xylolsulfonsaures Natrium $C_6H_3(CH_3)_2SO_3Na$, aq³⁾.

Für die eindeutige Aufstellung sind die Transformationsgleichungen:

$$q_1 : q_2 : q_3 = p_2 + p_3 : -p_2 + p_3 : p_1 + p_3 \quad \text{gültig.}$$

Demgemäß ist die beobachtete Combination:

<i>H</i>	<i>O</i>	<i>Aγ</i>
001, 100; 111, $\overline{1}\overline{1}$ 1, $\overline{1}\overline{1}$ 1; 113		
(100) ($\overline{1}$ 11) (001) ($\overline{2}$ 01) (110) ($\overline{1}$ 01)		

Symbol des Complexes: $\begin{matrix} 3; 0 \\ -2. \end{matrix}$.

¹⁾ Bull. de l'Acad. R. de Belg. 22, 470 ff. Ref. diese Zeitschr. 28, 478.

²⁾ Diese Zeitschr. 28, 572.

³⁾ Ebenda 28, 93.

Zählt man auch jetzt für jeden Krystall die Anzahl der Flächenpaare jeder einzelnen Form, nur die wichtigsten Formen berücksichtigend, so erhält man die folgende, der S. 538 angeführten analoge Tabelle:

Nr.	111	100	110	311	331	210	
1	3	3	—	2	—	—	8
2	4	3	6	12	12	4	44
3	4	3	6	8	4	4	29
4	4	3	6	8	4	2	27
5	4	2	4	4	2	4	20
6	4	3	2	—	—	—	9
7	4	3	—	8	—	—	15
8	4	3	5	4	—	—	16
9	4	1	—	8	4	—	17
10	4	1	—	2	—	—	7
11	4	—	4	8	4	—	20
12	4	3	4	4	—	4	19
12a	4	2	2	4	—	2	14
13	4	2	1	1	1	—	9
14	2	3	—	2	—	—	7
15	4	1	4	2	—	—	11
16	4	3	—	1	—	—	8
in Summa:	65	39	44	78	31	20	277
:	4	3	6	12	12	12	
	$16\frac{1}{4}$	13	$7\frac{1}{3}$	$6\frac{1}{2}$	$2\frac{7}{12}$	$1\frac{2}{3}$	
	$\frac{3}{4}$	1	2	$2\frac{1}{4}$	4	5	

Nun ersieht man aus dieser Tabelle, daß trotz dieser sehr kleinen Statistik die Zahlen gerade in derjenigen Reihenfolge angeordnet sind, wie dies für die Krystalle der dodekaëdrischen Structur von der Theorie vorausgesehen wird.

Wir können dasselbe Resultat auch auf anderem Wege erbringen, indem die oben angegebenen theoretischen Tabellen zur Anwendung gebracht werden.

Ermitteln wir zuerst die ideellen Werte J .

Unter Annahme der hexaëdrischen Structurart erhalten wir für die Krystalle:

Nr.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
8	41	29	27	20	9	15	16	17	7	20	19	
	5,5	12,2	10,4	10,06	8,72	6,0	7,72	7,92	8,12	5,0	8,72	8,52
								12a	13	14	15	16
								14	9	9	11	8
								7,52	6,0	5,0	6,66	5,5; 129,56

bei der Annahme der oktaëdrischen Structurart respective

14	30,2	26,12	23,32	22,26	15	18,96	19,62	20,28	13	22,26	21,6
	18,3	15	13	16,32	14;	325,54					

und bei der Annahme der dodekaëdrischen Structurart respective:

8,82 18,81 16,33 15,91 13,84 9,32 12,04 12,4 12,76 8,32 13,84
13,48 11,68, 9,32 7,32 10,32 8,82: 203,33.

Für die Ermittlung des Wertes R fassen wir die Tabelle zusammen unter Annahme der hexaëdrischen Structurart:

111	100	110	311	331	210
65	39	44	78	31	20
: 3	1	2	11	19	5
21,66	39,0	22,0	7,1	1,63	4,0:

bei der Annahme der oktaëdrischen Structurart respective:

: 3	1	$\frac{1}{2}$	11	19	5
21,66	39,0	88,0	7,1	1,63	4,0:

bei der Annahme der dodekaëdrischen Structurart respective:

: $\frac{2}{3}$	1	2	$2\frac{1}{2}$	$4\frac{1}{2}$	5
86,64	39,0	22,0	28,4	6,52	4,0:

Also haben wir für die angeführten Krystalle, zusammengenommen, unter Annahme der hexaëdrischen Structur:

$$R = 95,36; J = 129,56; R J = 0,72;$$

unter Annahme der oktaëdrischen Structur:

$$R = 161,39; J = 325,54; R J = 0,50;$$

unter Annahme der dodekaëdrischen Structur:

$$R = 186,56; J = 203,33; R J = 0,92.$$

So scharf drückt sich im Mittel die dodekaëdrische Structurart zahlenmäßig aus.

Für die Krystalle dieser Structurart tritt die Form {111} als die wichtigste hervor. Nun aber ist gerade diese Form in den Krystallen des Mineralreiches besonders beständig vertreten, was darauf hindeutet, daß diese Hauptstructurart im Mineralreiche besonders oft vertreten ist, obgleich zur Zeit nicht gut möglich erscheint, diesen Schluß auf überzeugende Weise in jedem Einzelfalle festzustellen.

Unter den Krystallen des Mineralreiches scheint man hierzu die Mineralien der Spinellgruppe rechnen zu müssen.

Als die wichtigste Combination, wenn man von dem verbreitetsten Falle des alleinigen Auftretens der Form {111} absieht, erscheint {111}, {110}, {311}. Wenn wir also von den übrigen, selteneren, Formen absehen, so erhalten wir für R

unter Annahme der hexaëdrischen Structur	die Zahl	5,42
- - - oktaëdrischen	- - -	14,42
- - - dodekaëdrischen	- - -	12,68

und die betreffenden Zahlen für J (für 22 Flächenpaare) 9,42, 23,32, 14,87. Für R/J erhalten wir also respective die Zahlen 0,59, 0,62 und 0,85.

Dasselbe bezieht sich auf die Fahlerze mit der herrschenden Combination {111}, {110}, {311}, auf Sphalerit mit der Combination {111}, {311}, {110}, {100}, auf Monimolit mit der Combination {111}, {311}, auf Pyrochlor {111}, {110}, {311}, Mikrolith mit der Combination {111}, {110}, {100}, {311} und viele andere. Aber bevor dieses Resultat als ganz sicher festgestelltes anzusehen wäre, ist nötig, auf statistischem Wege die relative Wichtigkeit dieser Combinationen auf Grund directer Erfahrung zu bestätigen. Bis dahin wäre dasselbe nur als sehr wahrscheinlich anzusehen.

Überhaupt scheint für die betreffenden Structurarten das Auftreten, als sehr wichtiger Form des Complexes, von {211} für die oktaëdrische, von {311} für die dodekaëdrische und von {210} für die hexaëdrische Structurart charakteristisch.

Zum Schlusse wollen wir die hier angedeutete Methode der individuellen Erforschung zur Entscheidung der Frage über seine Hauptstructur an dem Beispiele des Zirkons prüfen.

Schon oben wurde darauf hingewiesen, daß bei der Annahme der oktaëdrischen Structur und pseudokubischen Aufstellung man auf einige Widersprüche stößt. Aber die Widersprüche scheinen sich noch zu steigern, wenn man die dodekaëdrische Structur und die übliche Aufstellung annimmt. Jedenfalls steht die Frage zwischen diesen beiden Annahmen.

Wegen der sichersten Auflösung dieser Aufgabe habe ich sämtliches krystallographisches mir zu Gebote stehendes Material (aus der mineralogischen Sammlung der landwirtschaftlichen Akademie) durchstudiert und dabei folgendes erhalten ¹⁾.

Die meisten Krystalle sind dem Miascit des Ilmengebirges entnommen. An allen diesen Krystallen, kleinen und großen, wurde stets eine und dieselbe Combination constatiert: a, m, s . Die Anzahl der Krystalle betrug ca. 50.

An zwei großen Krystallen wurde die Combination a, m, s, ρ, π constatiert (gemessen $s\rho$ ca. 20° und $s\pi$ ca. $28\frac{1}{2}^\circ$; an einem Krystalle wurde in einer Zone s, ρ und in einer anderen s, π beobachtet, als ob die verticale vierzählige Symmetrieaxe gefehlt hätte).

Unter vielen Zirkonkrystallen, welche aus den Goldwäschereien der Wysokaja Gora stammen, wurden an zwölf die Combination a, m, s und an zehn nur m, s beobachtet.

Ebenfalls unter sehr vielen Krystallen aus Blue Ridge am Green River,

¹⁾ Überhaupt wurden folgende Formen beobachtet:

Buchstabe:	a	m	c	s	λ	ρ	π
pseudokubische	110	100	112	101	211	201	301
übliche Aufstellung:	100	110	101	111	311	221	331

N.-Carolina, wurde an ca. 40 die Combination a, m, s^1 , an 13 die Combination m, s, π und an einem a, m, s, λ, π constatiert.

Unter vielen abgerundeten aus Alluvionen von Ceylon herstammenden Hyacinthkrystallen wurde an zehn die Combination a, m, s, λ constatiert ϵ und λ in der Form von sehr schmalen Abstumpfungsflächen. Diese kleinen Krystalle ähneln in hohem Grade einem Granat, etwa Almandin, in der Combination $\{110\}, \{211\}$ mit Hinzutreten von $\{100\}, \{010\}$ und ohne $\{001\}$; der Winkel $(101 : \bar{1}01) = 84^\circ 10'$ nicht sehr genau infolge Verschwommenheit der Reflexe¹.

Endlich unter den von Herrn Nikitin aus den Goldwäschereien vom Bergkreise Tomsk mitgebrachten Krystallen wurde an zweien die Combination $a, m, s, \epsilon, \lambda$, an einem $a, m, s, \epsilon, \lambda, \rho^2$, an einem m, ϵ , an zweien ϵ, s und noch an zweien nur s gefunden.

Jetzt sind wir in der Lage, jeder beobachteten Form einigermaßen die ihr zukommende Wichtigkeit in der Combination zuzuerteilen und demgemäß die aufgestellte Frage auf statistischem Wege zu lösen, wenngleich die Statistik noch nicht sehr vollkommen ist.

Dies geschieht mit Hilfe von folgenden Tabellen:

Anzahl der Kryst.:	Pseudokubische Aufstellung:								Übliche Aufstellung:								Anzahl der Flächenpaare
	110	101	100	112	211	301	201		111	100	110	101	311	331	221		
50	2	4	2	—	—	—	—		4	2	2	—	—	—	—		400 = 8.50
2	2	4	2	—	—	4	4		4	2	2	—	—	4	4		32 = 16.2
40	2	4	2	—	—	—	—		4	2	2	—	—	—	—		320 = 8.40
13	—	4	2	—	—	4	—		4	—	2	—	—	4	—		130 = 10.13
1	2	4	2	—	8	4	—		4	2	2	—	8	4	—		20 = 20.1
10	2	4	2	4	8	—	—		4	2	2	4	8	—	—		200 = 20.10
12	2	4	2	—	—	—	—		4	2	2	—	—	—	—		96 = 8.12
10	—	4	2	—	—	—	—		4	—	2	—	—	—	—		60 = 6.10
2	2	4	2	4	8	—	—		4	2	2	4	8	—	—		40 = 20.2
1	2	4	2	4	8	—	4		4	2	2	4	8	—	4		24 = 24.1
1	—	—	2	4	8	—	—		—	—	2	4	8	—	—		14 = 14.1
2	—	4	—	4	—	—	—		4	—	—	4	—	—	—		16 = 8.2
2	—	—	—	4	—	—	—		—	—	—	4	—	—	—		8 = 4.2
<hr/>																	
	236	572	284	72	120	64	12		572	236	284	72	120	64	12	1360	

Für die Ermittlung der Zahl R unter Annahme der oktaëdrischen Structur und pseudokubischen Aufstellung:

Indices:	110	100	211	301	201
	808	284	192	64	12
Parameter:	$\frac{1}{2}$	1	$\frac{3}{2}$	$\frac{3}{2}$	5
	1616	284	128	25,6	2,4; 2056;

¹ a nur in der Form von sehr schmalen Abstumpfungsflächen.

² Merkwürdig ist das Erscheinen der Flächen λ an den letzten drei Krystallen als fast größten von allen übrigen Flächen der Combination; in den kubischen Krystallen ist dies an der Form $\{311\}$ nicht der Fall.

unter Annahme von üblicher Aufstellung und dodekaëdrischer Structur:

Indices:	111	100	110	311	331	221
	572	236	356	120	64	12
Parameter:	$\frac{3}{4}$	1	2	$\frac{1}{4}$	$\frac{1}{2}$	9
	763	236	178	43,5	13,5	4,3; 1235.

Auf bekanntem Wege finden wir für J aus gegebener Flächenanzahl für oktaëdrische Structur:

15,66	20,24	15,66	15,66	23,32	23,32	15,66	12	22,26	24,32	18,30	14	8
× 50	2	40	13	1	10	12	10	2	1	1	2	2
783	40,48	626,4	203,58	23,32	233,2	187,92	120	44,52	24,32	18,30	28	16

also zusammen genommen: 2349,

und für dodekaëdrische Structur:

9,82	13,12	9,82	9,82	14,87	14,87	9,82	7,32	13,84	15,13	11,68	8,82	5,32
× 50	2	40	13	1	10	12	10	2	1	1	2	2

also zusammen genommen: 1475.

Folglich bei der ersten Annahme $RJ = \frac{2056}{2349} = 0,88$ und bei der zweiten $\frac{1235}{1475} = 0,82$.

Daraus folgt, daß Zirkon richtiger als pseudokubischer Krystall mit oktaëdrischer Hauptstructur aufzufassen wäre.

Der Hauptschluß dieser Arbeit ist, daß für die feinere Aufgabe der Entscheidung über die Hauptstructurart eines Krystalles des kubischen Typus es ganz notwendig ist, umständlich zu verfahren und für jeden gegebenen Krystall den Wichtigkeitsgrad jeder einzelnen Form im gesamten Complex zu berücksichtigen. Sonst liegt die Gefahr nahe, auf Widersprüche zu stoßen und sogar falsche Schlüsse zu ziehen.

XXVII. Über die Abhängigkeit zwischen der Krystallform und dem Zustande der Lösung.

Von

P. Pavlow in Odessa.

Durch Benutzung der Eigenschaften des thermodynamischen Potentials des krystallinischen Mediums¹ ist es möglich, anscheinend sehr räthselhafte Beziehungen zu beleuchten, welche zwischen der Krystallform und dem physikalisch-chemischen Zustande der Lösung existieren, in deren Innerem der Krystall erzeugt wird.

Da die Eigenschaften der Lösung im Prozesse der Bildung der Krystallform eine — wie wir unten sehen werden — dirigierende Rolle spielen, so halte ich es für notwendig, einige Bestimmungen der modernen Theorie der Lösungen darzulegen, die in der Lösung der gestellten Aufgabe eine Bedeutung haben.

Den Anschauungen über die Natur der Lösungen gemäß, die von Arrhenius herrühren, gibt es ganze Gruppen von chemischen Verbindungen, deren Moleküle bei der Auflösung wesentlichen Veränderungen unterzogen werden: unter dem Einflusse des Lösungsmittels dissociieren sie, wobei die Producte der Dissociation — die Ionen — die elektrische Ladung tragen. Im Lösungsmittel erhält man in diesem Falle wenigstens drei besondere Gattungen von Molekülen, die gegen einander wechselwirkend sind und ein compliciertes chemisches System von Substanzen bilden, die sich im Gleichgewichtszustande befinden. Nernst² wandte auf die Glieder dieses Systems das Gesetz der chemischen Massenwirkung an und gab eben dadurch die Möglichkeit, den Zustand der Lösung sehr einfach mathematisch auszudrücken. Für einen nach dem Schema $M \rightleftharpoons \bar{A} + B$ schwach dissociierenden binären Elektrolyten wird der Zustand der Lösung durch die Gleichung

$$\frac{c_1 c_2}{c} = k \quad \text{charakterisiert.}$$

¹ Diese Zeitschr. 1904, 40, 189.

² Zeitschr. f. physikalische Chemie 1889, 4, 372.

Hier bedeuten: c_1, c_2, c die Concentrationen der Componenten M, A^+, B^- ; k eine für gegebene Temperatur und gegebenen Druck constante Größe.

Wenn der Elektrolyt stark dissociert, wie es bei einigen Salzen und Säuren beobachtet wird, so wird der Gleichgewichtszustand in der Lösung durch die Gleichung:

$$\frac{c_1 c_2}{c} e^A = k \quad \text{charakterisiert.}$$

Hier haben c_1, c_2, c und k dieselbe Bedeutung, wie in der obenerwähnten Gleichung; e ist die Basis der natürlichen Logarithmen; A ist eine Größe, die bei verschiedenen Verfassern¹⁾ eine verschiedenartige physikalische Bedeutung hat.

Der Zustand der Lösung verändert sich, wenn in die Lösung eine gewisse Quantität einer anderen, dissociierbaren Substanz eingeführt wird: das frühere Gleichgewicht wird in diesem Falle aufgehoben, es verläuft die Reaction zwischen den Ionen, und bei dem wieder hergestellten Gleichgewichte erhalten die Concentrationen der Componenten des Systems eine andere Bedeutung.

Nernst war der erste, der den Zustand der gesättigten Lösung und die Änderung des Gleichgewichts in derselben unter dem Einflusse der in die Lösung eingeführten salzartigen Beimischungen untersucht hat²⁾.

In Anbetracht der Wichtigkeit dieser Untersuchungen für die vorliegende Abhandlung werde ich mir erlauben, an einem concreten Beispiele die Idee selbst zu erläutern, sowie auch die Anwendungsart des Gesetzes der Massenwirkung.

Es sei, daß wir eine gesättigte Lösung von $NaCl$ in Berührung mit festem Chlornatrium haben. Es befinden sich in der Lösung drei Arten von Molekülen: $NaCl, Na^+, Cl^-$. Das Gleichgewicht zwischen ihnen wird durch die Gleichung $NaCl \rightleftharpoons Na^+ + Cl^-$ charakterisiert, und wenn wir durch c, c_1, c_2 die Concentrationen von $NaCl, Na^+$ und Cl^- und durch k eine Constante bezeichnen, so haben wir, dem chemischen Gesetze der Massenwirkung gemäß:

$$c_1 c_2 = kc.$$

Wenn mit der gesättigten Lösung ein festes Salz in Berührung kommt, so bleibt die Concentration c der Moleküle $NaCl$ bei allen Änderungen des Gleichgewichts constant, die das System der Substanzen, welche sich in der Lösung befinden, zu erfahren imstande ist.

1) Jahn, Zeitschr. f. physik. Chemie 1902, 41, 257. — Nernst, ebenda 1904, 38, 493. — Pawlow, Memoires de la société des naturalistes de la Nouvelle-Russie, T. XXVII.

2) Zeitschr. f. physik. Chemie 1889, 4, 372.

Vergrößern wir die Concentration c_2 der Moleküle \overline{Cl} , indem wir z. B. gesättigte Lösung von KCl hinzufügen. Dann bildet sich in der Lösung — der oben erwähnten Gleichgewichtsbedingung gemäß — noch eine gewisse Quantität von neutralen Molekülen $NaCl$; da aber in einer gesättigten Lösung die Concentration der letzteren eine constante Größe ist, so wird der Überfluß an Molekülen des $NaCl$ sich ausscheidend eine feste Phase bilden. Die Ergebnisse, zu denen Nernst kam, bleiben unverändert, wenn wir zur Charakteristik der Lösung eine allgemeine Gleichung in der Form

$$\frac{c_1 c_2}{c} e^A = k \quad \text{benutzen.}$$

Eine Änderung des chemischen Gleichgewichts in einer gesättigten Lösung unter dem Einfluß von neu eingeführten Molekülen führt also in gegebenem Falle zur Ausscheidung eines Teils der aufgelösten Substanz aus der Lösung in Gestalt eines festen Niederschlags. Die gesamte Quantität des aufgelösten $NaCl$ wurde jetzt kleiner, und man kann deshalb sagen, daß die Auflösbarkeit des $NaCl$ durch Einführung von KCl in die gesättigte Lösung abnimmt. Und, mit Nernst übereinstimmend, kann man überhaupt sagen, daß die Auflösbarkeit eines Salzes in Gegenwart eines anderen, das mit dem ersteren ein Ion gemein hat, abnimmt¹⁾.

Noyes, der dieses Gesetz durch zahlreiche experimentale Untersuchungen bestätigt hat, ergänzte es und erläuterte theoretisch²⁾ und experimentell, daß die Auflösbarkeit eines Salzes in Anwesenheit eines anderen, das mit dem ersteren kein gemeinschaftliches Ion hat, wächst.

Wenn aber die als Beimischung eingeführte Substanz A auf die Ionen des Salzes B , das sich in der Lösung befindet, durch Bildung von complexen Molekülen reagiert, so kann die Auflösbarkeit des Salzes B selbst in dem Falle zunehmen, wo das Salz A und das Salz B gemeinschaftliche Ionen besitzen.

Das sind die Bestimmungen der Ionentheorie, die die Lösung vom Standpunkte des chemischen Gleichgewichtes untersucht, welche wir im weiteren Verlaufe der Abhandlung benutzen werden.

Betrachten wir die thermodynamische Seite des Gleichgewichtes zwischen der festen Phase und der gesättigten Lösung.

Wenn Φ das thermodynamische Potential der Masseneinheit einer festen Substanz, h die Concentration der gesättigten Lösung derselben Substanz bedeutet, so wird die Gleichgewichtsbedingung zwischen der festen und flüssigen Phase so ausgedrückt:

$$\Phi - \varphi(h) = 0.$$

1) Zeitschr. f. physik. Chemie 1889, 4, 372.

2) Ebenda 1890, 6, 262.

Hier ist φ eine Function, die die Eigenschaft besitzt, daß

$$\frac{\partial \varphi}{\partial h} > 0 \quad \text{ist.}$$

In meinem Artikel »Über einige Eigenschaften des Krystalls vom Standpunkte der Thermodynamik« entwickelte ich den Gedanken, daß krystallographisch verschiedene Flächen ein thermodynamisches Potential der Masseneinheit von verschiedener Größe haben.

Den Anschauungen und Versuchen von Nernst und Noyes gemäß kann sich das h durch Hinzufügung von salzartigen Beimischungen zur Lösung ändern. Im Zusammenhange damit zeigt die Gleichgewichtsbedingung

$$\Phi - \varphi(h) = 0,$$

daß bei verschiedenen Concentrationen der gesättigten Lösung sich im Gleichgewicht mit der Lösung Flächen von verschiedenem Potential befinden, d. h. von verschiedener krystallographischer Bedeutung, und darum kann man sagen, daß aus gesättigten Lösungen von verschiedener Concentration Flächen mit verschiedenem krystallographischem Charakter ausfallen, d. h. daß der Habitus des Krystalls eine Function von der Concentration der gesättigten Lösung ist.

Die Concentration h der gesättigten Lösung bestimmt, wie aus der Gleichgewichtsbedingung zu ersehen, durch ihre Größe den krystallographischen Charakter der Fläche, die sich im Gleichgewicht mit der Lösung befindet; sie bestimmt die Form des ausfallenden Krystalls.

Die Concentration der gesättigten Lösung kann man daher als die active Masse der Lösung bezeichnen und das vorher Gesagte so ausdrücken: Die active Masse der gesättigten Lösung bestimmt durch ihre Größe die geometrische Form des aus der Lösung ausfallenden Krystalls; eine Änderung der activen Masse ruft eine Änderung der Krystallform hervor.

Ein solches Verhältniß zwischen der Krystallform und der Concentration der gesättigten Lösung nennen wir das krystallographische Gesetz der activen Massen.

Es stellt die Beziehungen zwischen dem Krystall und der Lösung formell dar und wird analytisch so ausgedrückt:

$$\begin{aligned} \Phi - \varphi(h) &= 0, \\ \frac{\partial \varphi}{\partial h} &> 0. \end{aligned}$$

Das krystallographische Gesetz der activen Massen ist seinem Wesen nach dem chemischen Gesetze der Massenwirkung analog, denn das eine wie das andere drückt die Bedingung des Gleichgewichts zwischen den Componenten der Systeme aus und stellt das Gleichgewicht in Abhängigkeit von der Concentration ihrer Componenten.

Indem wir das krystallographische Gesetz der activen Massen benutzen, können wir begreifen, welchen Einfluß die Beimischungen zu der Lösung auf die Krystallform ausüben.

Wenn unter dem Einflusse der in die Lösung eingeführten Beimischungen das Gleichgewicht der Systeme der aufgelösten Körper gestört und die active Masse der gesättigten Lösung verändert wird, so unterscheidet sich die Form des aus der Lösung mit Beimischungen ausfallenden Krystalls von der Form des Krystalls, der seinen Ursprung in einer reinen gesättigten Lösung erhält.

Beimischungen, die das chemische Gleichgewicht der Lösung nicht ändern, bleiben ohne Einfluß auf die Form der ausfallenden Krystalle.

Die Richtung derjenigen Änderungen, denen die Form des Krystalls unter der Wirkung der in die Lösung eingeführten Beimischungen unterzogen wird, wird durch die in der Form

$$\Phi - \varphi(h) = 0$$

ausgedrückte Gleichgewichtsbedingung bestimmt.

Es sei, daß wir eine gesättigte Lösung von der Concentration h_1 haben. Im Gleichgewichte mit der Lösung befindet sich eine Fläche des Krystalls Φ_1 laut der Bedingung $\Phi_1 - \varphi(h_1) = 0$.

Bringen wir in die Lösung eine Beimischung ein, die die Concentration der gesättigten Lösung erhöht. Es erhalte jetzt die active Masse die Bedeutung h_2 , wobei $h_2 > h_1$ ist. Mit der neuen Lösung kann sich nicht mehr die Fläche Φ_1 im Gleichgewichte befinden, sondern eine Fläche Φ_2 , wobei $\Phi_2 > \Phi_1$ ist.

Wenn aber die Concentration der gesättigten Lösung unter dem Einflusse der eingeführten Beimischung die Bedeutung h_2' erhält, wobei $h_2' < h_1$ ist, so erhält das Potential der sich im Gleichgewichte mit der Lösung befindenden Fläche die Bedeutung Φ_2' , wobei $\Phi_2' < \Phi_1$ ist. Folglich kann man sagen, daß, wenn eine Beimischung zu der Lösung die Concentration der gesättigten Lösung erhöht, auch das thermodynamische Potential der Fläche eines aus einer solchen Lösung ausfallenden Krystalls wächst, und umgekehrt.

Das ist ein allgemeines Gesetz, welches die Richtung der von dem Krystall unter dem Einflusse der Beimischungen erfahrenen Änderungen ausdrückt.

Man kann dasselbe specialisieren für die Anwendung auf die Untersuchungen von Nernst und Noyes.

Wenn die Beimischungen in der Lösung keine Bildung von neuen Complexmolekülen hervorrufen, so kann man die Richtung, in der sich die Krystallform durch die Wirkung der Beimischungen ändert, laut den Gesetzen von Nernst und Noyes so formulieren:

1. Die Einführung in eine gesättigte Lösung einer salzartigen Beimischung, die mit dem die gesättigte Lösung bildenden Salze ein gemeinschaftliches Ion hat, vermindert das thermodynamische Potential der Fläche des ausfallenden Krystalls.

2. Die Einführung in eine gesättigte Lösung einer salzartigen Beimischung, die mit dem die gesättigte Lösung bildenden Salze kein gemeinschaftliches Ion hat, erhöht das thermodynamische Potential der Fläche des ausfallenden Krystalls.

Indem man alles oben Erwähnte bezüglich des Einflusses der Beimischungen auf die Krystallform gegenüberstellt, kann man folgende Sätze formulieren:

1. Beimischungen wirken dann auf die Krystallform, wenn sie das chemische Gleichgewicht der Lösung verändern.

2. Parallel (gleichzeitig) mit der Änderung der Krystallform geht vor sich die Änderung der Concentration der gesättigten Lösung.

3. Wenn die active Masse der gesättigten Lösung zunimmt, so erhält der Krystall Flächen von höherem thermodynamischen Potential, und umgekehrt.

Die ersten zwei Sätze können durch Experimentaluntersuchungen bestätigt werden.

Der Einfluß der Beimischungen auf die Krystallform wurde zum Gegenstande von experimentellen Arbeiten vieler Forscher¹⁾; zahlreiche Versuche, die über verschiedenartigste Substanzen veranstaltet wurden, führen zum allgemeinen Ergebnisse, daß eine in eine gesättigte Lösung eingeführte Beimischung auf den Habitus des Krystalls tatsächlich einen Einfluß ausübt: in einigen Fällen erscheint sie als Ursache der Bildung neuer Flächen; in anderen äußert sie sich in dem Grade ihrer Entwicklung, ohne den krystallographischen Charakter derselben zu ändern.

Leider wurden die unternommenen Versuche von einem parallelen Studium der physikalisch-chemischen Eigenschaften der Lösung und des Gleichgewichts der aufgelösten Substanzen nicht begleitet. Trotzdem haben wir darin ein zuverlässiges Versuchsmaterial, welches uns erlaubt, den aufgestellten ersten Satz als experimentell bestätigt hinzustellen. Es kommt darauf an, daß salzartige Substanzen krystallisierten, die in der Lösung dissociierten und im Falle einer gesättigten Lösung ein Gleichgewichtssystem von Molekülen bilden; als Beimischungen wurden in die gesättigte Lösung ebenfalls salzartige Substanzen eingebracht, die in der Lösung eine Dissociation erfahren. Obwohl uns keine physikalisch-chemische Untersuchung des Gleichgewichts in den Lösungen vorliegt, über welche Versuche unternommen wurden, erlauben uns jedoch die gesamten sich auf die Lösungen

¹⁾ Die Literatur siehe bei R. Brauns, *Chemische Mineralogie* und bei P. Orlov, *Journal de la societe physico-chimique russe* 28, 715.

beziehenden Kenntnisse zu behaupten, daß die in die Lösung eingeführten Beimischungen, welche auf die Krystallform einen Einfluß ausübten, in der Lösung das Gleichgewicht änderten.

Der zweite Satz wurde ebenfalls nicht zu einem unmittelbaren Gegenstande experimenteller Arbeiten. Aber die Versuche, die über den Einfluß der Beimischungen auf die Krystallform unternommen wurden, erlauben auch in diesem Falle zu behaupten, daß parallel mit der Änderung der Form die Änderung der Concentration der gesättigten Lösung vor sich ging: in diesen Versuchen änderte sich die Krystallform unter dem Einflusse der salzartigen Beimischungen; solche Beimischungen ändern aber, nach den Untersuchungen von Nernst und Noyes, die Concentration der gesättigten Lösung, indem sie eine Störung des Gleichgewichts der aufgelösten Substanzen hervorrufen.

Was den dritten Satz anbetrifft, der die Richtung der vom Krystall erfahrenen Formänderungen ausdrückt, so befindet er sich in weniger günstigen Bedingungen bezüglich der experimentellen Prüfung, da wir keine Mittel zur Ermittlung der Potentialgröße der Flächen besitzen.

Bis jetzt betrachteten wir die Abhängigkeit zwischen dem Zustande der Lösung und der krystallographischen Form solcher Krystalle, deren Substanz bei der Auflösung dissociiert. Offenbar ist das krystallographische Gesetz der activen Massen auch auf solche Krystalle anwendbar, deren Substanz keine elektrolytische Dissociation erfährt.

Es ist interessant, den Einfluß der Natur des Lösungsmittels auf die Krystallform zu kennzeichnen. Bekanntlich hat eine und dieselbe Substanz eine verschiedenartige Auflösbarkeit in verschiedenen Lösungsmitteln. Es bezeichne h_1 die Concentration der gesättigten Lösung in einem Mittel A_1 , h_2 die Concentration der gesättigten Lösung in einem Lösungsmittel A_2 . Wenn Φ_1 das thermodynamische Potential der Fläche bezeichnet, die sich im Gleichgewicht mit dem Lösungsmittel A_1 bei der Concentration h_1 der aufgelösten Substanz befindet, und Φ_2 das thermodynamische Potential der Fläche bezeichnet, die sich im Gleichgewicht mit dem Lösungsmittel A_2 bei der Concentration h_2 der aufgelösten Substanz befindet, so haben wir:

$$\Phi_1 - \varphi(h_1) = 0$$

$$\Phi_2 - \varphi(h_2) = 0.$$

Wenn $h_1 > h_2$ ist, so ist auch $\Phi_1 > \Phi_2$.

Hieraus ist zu sehen, daß 1) aus verschiedenen Lösungsmitteln Krystalle von verschiedenem Habitus ausfallen; 2) daß aus einem Lösungsmittel, welches eine höhere Concentration der gesättigten Lösung besitzt, ein Krystall entsteht, der ein höheres thermodynamisches Potential der Flächen hat.

XXVIII. Zur Kenntnis der Krystallformen einiger nitrierter Anisole.

Von

F. M. Jaeger in Zaandam (Holland).

(Mit 6 Textfiguren.)

In folgendem Aufsätze sind die Krystallformen einer Anzahl von nitrierten Anisolen beschrieben und nach ihren morphotropischen Beziehungen zu einander in rationeller Weise verglichen.

Die untersuchten Verbindungen sind:

1-3-Nitro-	} Anisol
1-4-Nitro-	
1-2-4-Dinitro-	
1-2-3-Dinitro-	
1-3-5-Dinitro-	
1-3-6-Dinitro-	
1-2-3-5-Trinitro-	

Fig. 4.



und die bis jetzt gemessenen Derivate, welche hinzugefügt wurden: 1-2-4-6-Trinitro-Anisol, 1-2-6-Dijod-4-Nitro-Anisol und 1-2-4-Dichlor-Anisol.

Die übrigen zu dieser Reihe gehörigen Dinitroderivate wurden bis jetzt nicht in meßbarer Form erhalten.

I. 1-3-Nitro-Anisol $C_6H_4 \cdot (NO_2)_{(3)} \cdot (OCH_3)_{(1)}$.

Schmelzpunkt 38° C.

Die zweimal im Vacuum destillierte Verbindung krystallisiert aus einem Gemisch von Ligroin und Benzol. Hellweingelbe oder farblose, sehr durchsichtige, platte Kryställchen, welche einen intensiven, anisartigen Geruch besitzen.

Rhombisch-bipyramidal.

$$a : b : c = 0,7671 : 1 : 0,2475.$$

Formen: $b\{010\}$ stark vorherrschend; $m\{110\}$ gut entwickelt; $a\{100\}$ schmal; $o\{111\}$ deutlich und gute Reflexe liefernd. Der Habitus ist dünn-
tafelig nach b .

	Gemessen:	Berechnet:
$m : a = (110) : (100) =$	$37^{\circ} 29\frac{1}{2}'$	—
$o : b = (111) : (010)$	$76 \ 45$	—
$o : a = (111) : (100)$	$72 \ 32\frac{1}{2}$	$72^{\circ} 37'$
$o : o = (111) : (\bar{1}11)$	$34 \ 54$	$34 \ 47$
$m : b = (110) : (010)$	$52 \ 30\frac{1}{2}$	$52 \ 30\frac{1}{2}$
$o : m = (111) : (110)$	—	$62 \ 5$
$o : c = (111) : (001)$	—	$27 \ 56$

Spaltbar nach $\{100\}$.

In der Verticalzone überall den Kanten parallele Auslöschung. Die optische Axenebene scheint senkrecht zu $\{001\}$ zu sein; die Lage derselben war nicht näher bestimmbar.

Dichte 1,373 bei 18° C., Äquiv.-Volum 111,43.

Topische Axen: $\chi : \psi : \omega = 6,4227 : 8,3724 : 2,0722$.

II. 1-4-Nitro-Anisol $C_6H_4 \cdot (NO_2)_{(4)} \cdot (OCH_3)_{(1)}$.

Schmelzpunkt 51° C.

Die Substanz krystallisiert aus Äthylacetat in großen, wasserhellen Krystallen mit schraubenartig gekrümmten Flächen. Besser meßbar erhält man die Krystalle aus einem Gemisch von Ligroin und Benzol; es sind kleine, weiche Kryställchen von hell weingelber Farbe, welche sehr gut spiegeln. Der Habitus ist langprismatisch nach der Verticalaxe. Aus Ligroin allein erhält man schöne farblose Kryställchen.

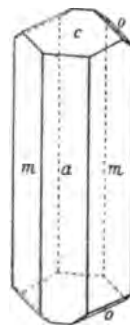
Monoklin-prismatisch.

$$a : b : c = 1,0146 : 1 : 0,7297; \beta = 57^{\circ} 56'.$$

Formen: $a\{100\}$ und $m\{110\}$ gleich breit; $c\{001\}$ groß und glänzend; $o\{\bar{1}11\}$ schmal; $p\{140\}$ ebenso; $q\{011\}$ sehr klein, wurde nur einziges Mal beobachtet.

	Gemessen:	Berechnet:
$m : a = (110) : (100) =$	$40^{\circ} 44\frac{1}{2}'$	—
$m : c = (110) : (001)$	$66 \ 16$	—
$m : o = (\bar{1}10) : (\bar{1}11)$	$59 \ 11$	—
$c : o = (001) : (\bar{1}11)$	$54 \ 33$	$54^{\circ} 33'$

Fig. 2.



	Gemessen:	Berechnet:
$a : c = (100) : (001) = 57^{\circ} 48'$		$57^{\circ} 56'$
$m : p = (110) : (1\bar{1}0)$	32 50	33 6
$p : p = (140) : (\bar{1}40)$	33 3	32 25
$c : q = (001) : (011)$	34 52	34 44

Keine deutliche Spaltbarkeit wurde beobachtet.

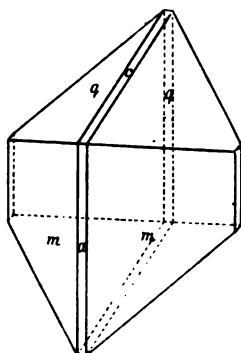
Wählt man $c = \{304\}$, $o = \{133\}$, $q = \{324\}$, unter Beibehaltung der Symbole von a , m und p , so wird $\beta = 89^{\circ} 25'$ und $a : b : c = 0,8599 : 4 : 0,7297$.

Nach Post und Mertens (Ber. d. d. chem. Ges. 8, 1552) beträgt die Dichte 1,233; ich fand 1,379 bei 45° C., das Äquiv.-Volum ist 110,95; bei Annahme des letzterwähnten Axenverhältnisses werden die topischen Axen $\chi : \psi : \omega = 4,8269 : 5,6130 : 4,0958$.

III. 1-2-4-Dinitro-Anisol $C_6H_3 \cdot (NO_2)_{(4)} \cdot (NO_2)_{(2)} \cdot (OCH_3)_{(1)}$.

Schmelzpunkt $86,9^{\circ}$ C.

Fig. 3.



Aus einem Gemisch von wenig Benzol und vielem Lignoïn erhielt ich die Verbindung in dicken, hellweingelben und sehr glänzenden Krystallen. Die Verdampfung muß sehr langsam stattfinden, z. B. im halbgeschlossenen Erlenmeyer-Kölbchen.

Monoklin-prismatisch.

$$a : b : c = 1,4617 : 1 : 1,1978; \quad \beta = 75^{\circ} 0'.$$

Formen: $m\{110\}$ breit und glänzend; $b\{010\}$ schmal und glänzend; $a\{100\}$ breiter als b , aber matte Reflexe liefernd; $c\{001\}$ schmal und glänzend; $q\{012\}$ scharf ausgebildet, etwas matt spiegelnd. Der Habitus ist etwas gestreckt nach der Klinodiagonale oder auch vertical prismatisch.

	Gemessen:	Berechnet:
$m : b = (110) : (010) = 35^{\circ} 18\frac{1}{2}'$		—
$m : q = (\bar{1}10) : (012)$	$73^{\circ} 47\frac{1}{2}'$	—
$b : q = (010) : (012)$	$59^{\circ} 57'$	—
$c : q = (001) : (012)$	30 3	$30^{\circ} 3'$
$m : q = (110) : (012)$	57 16	$57^{\circ} 26\frac{1}{2}'$
$m : a = (110) : (100)$	$54^{\circ} 37\frac{1}{2}'$	$54^{\circ} 44\frac{1}{2}'$
$m : m = (110) : (\bar{1}10)$	70 36	70 37
$c : a = (001) : (100)$	74 55	75 0

Keine deutliche Spaltbarkeit wurde aufgefunden.

In der Orthodiagonalzone parallele Auslöschung; die auf m symmetrische Auslöschung beträgt circa $42\frac{1}{2}^{\circ}$ gegen die Verticalaxe. Die Lage der optischen Axenebene konnte nicht bestimmt werden.

Dichte 1,546 bei 15° C.; Äquiv.-Volum 128,07.

Topische Axen: $\chi : \psi : \omega = 6,1840 : 4,2308 : 5,0678$.

IV. 1-2-4-6-Trinitro-Anisol $C_6H_2 \cdot (NO_2)_{(6)} \cdot (NO_2)_{(4)} \cdot (NO_2)_{(2)} \cdot (OCH_3)_{(1)}$.

Schmelzpunkt 64° C.

Die Verbindung ist von Friedländer (diese Zeitschr. 3, 173) gemessen worden. Sie ist monoklin-prismatisch mit $a : b : c = 1,4635 : 1 : 2,2210$ und $\beta = 50^\circ 48'$. Formen: {110}, {011}, {001}; tafelig nach {001}.

Wählt man {011} = {021}, so wird $a : b : c = 1,4635 : 1 : 1,1105$; nur allein das Verhältnis $b : c$ ist demnach durch die Substitution der (NO_2) -Gruppe geändert, während die kristallographische Symmetrie erhalten worden ist.

Dichte, nach Post und Mertens (l. c.), 1,408 bei 20° C.; ich fand: 1,597 bei 12° C.; das Äquiv.-Volum ist 152,16. Topische Axen:

$$\chi : \psi : \omega = 7,2350 : 4,9435 : 5,4900.$$

V. 1-3-6-Dinitro-Anisol $C_6H_3 \cdot (NO_2)_{(6)} \cdot (NO_2)_{(3)} \cdot (OCH_3)_{(1)}$.

Schmelzpunkt 97° C.

Aus einem Gemisch von Benzol und Ligroin erhielt ich, selbst bei äußerst langsamer Verdampfung, nie andere als zur Messung untaugliche Krystalle. Einmal aber fand ich platte, hellgelbe, sehr durchsichtige Nadeln ohne Endflächen und mit einer sehr rudimentären Basis. Die Messungen sind nur sehr angenähert richtig.

Monoklin-prismatisch.

$$a : b = 1,1707 : 1; \quad \beta = 65^\circ 15' \text{ ca.}$$

Formen: $m\{120\}$ breit und glänzend; $a\{100\}$ schmaler; $c\{001\}$ mangelhaft ausgebildet; der Habitus ist langprismatisch nach der c -Axe.

$$\begin{aligned} a : m &= (100) : (120) = *76^\circ 46' \\ c : m &= (001) : (120) \quad *84^\circ 30' \text{ ca.} \\ m : m &= (120) : (\overline{1}20) \quad 26^\circ 28' \end{aligned}$$

Vollkommen spaltbar nach m .

Natürliche, auf a vorhandene, gleichschenkelig-dreieckige Ätzfiguren, und ebenso auf m symmetrisch angeordnete Ätzeindrücke beweisen die monokline Symmetrie. Auf {100} gerade Auslöschung; die zur Kombinationskante auf m symmetrische Auslöschung beträgt 26° .

Dichte 1,476 bei 18° C.; Äquiv.-Volum 134,15.

In der Tabelle (S. 569) ist die a -Axe als c -Axe gewählt.

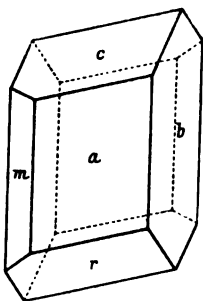
VI. 1-2-3-Dinitro-Anisol $C_6H_3 \cdot (NO_2)_{(3)} \cdot (NO_2)_{(2)} \cdot (OCH_3)_{(1)}$.

Schmelzpunkt 118° C.

Aus Alkohol oder Äthylacetat krystallisiert die Verbindung in großen, dicken, hellweingelben Krystallen.

Triklin-pinakoidal.

Fig. 4.



$$a : b : c = 1,0927 : 1 : 1,1653.$$

$$\begin{array}{ll} \alpha = 75^{\circ} 57' & A = 84^{\circ} 4' \\ \beta = 123 \ 39 & B = 122 \ 3 \\ \gamma = 102 \ 3 & C = 95 \ 16\frac{1}{2} \end{array}$$

Formen: $b\{010\}$ und $a\{100\}$ stark vorherrschend; $r\{\bar{1}01\}$ und $c\{001\}$ ungleich breit, bisweilen ist r , bisweilen c am breitesten; $m\{1\bar{1}0\}$ gut entwickelt oder etwas schmaler. Meist etwas nach der Verticalaxe gestreckt; auch isometrisch ausgebildet und dann geometrisch pseudo-hexagonal.

	Gemessen:	Berechnet:
$a : b = (100) : (010) =$	$*84^{\circ} 43\frac{1}{2}'$	—
$a : r = (100) : (10\bar{1})$	$*38 \ 7$	—
$a : c = (100) : (001)$	$*57 \ 57$	—
$a : m = (100) : (1\bar{1}0)$	$*45 \ 37$	—
$m : r = (1\bar{1}0) : (10\bar{1})$	$*77 \ 8\frac{3}{4}$	—
$b : c = (010) : (001)$	$98 \ 59$	$98^{\circ} 57\frac{1}{4}'$
$b : m = (0\bar{1}0) : (1\bar{1}0)$	$49 \ 39\frac{1}{2}$	$49 \ 39\frac{1}{2}$
$b : r = (010) : (10\bar{1})$	$75 \ 12\frac{1}{2}$	$75 \ 19$
$c : r = (001) : (\bar{1}01)$	$63 \ 56\frac{1}{2}$	$63 \ 56$
$m : c = (1\bar{1}0) : (001)$	$58 \ 42\frac{1}{2}$	$58 \ 48\frac{1}{2}$

Äußerst vollkommene Spaltung nach $\{101\}$ mit glänzender Trennungsfläche; eine weniger vollkommene Spaltung erfolgt nach $\{010\}$.

Auf b ist die Auslöschungsrichtung fast genau senkrecht zur Kante $(010) : (001)$ orientiert; auf $\{\bar{1}00\}$ ist dieselbe unter 29° gegen die b -Axe geneigt; auf $\{10\bar{1}\}$ ist derselbe Winkel $= 20^{\circ}$, auf $\{001\}$ circa 13° gegen die b -Axe. Ein Axenaustritt wurde nicht beobachtet.

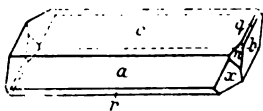
Dichte 1,524 bei 20° C.; Äquiv.-Volum = 129,92.

Topische Axen: $\chi : \psi : \omega = 5,4910 : 5,0250 : 5,8560$.

VII. 1-3-5-Dinitro-Anisol $C_6H_3 \cdot (NO_2)_{(5)} \cdot (NO_2)_{(3)} \cdot (OCH_3)_{(1)}$.

Schmelzpunkt 105° C.

Fig. 5.



Aus Äthylacetat krystallisiert die Verbindung in großen, hellgelben, sehr glänzenden Krystallen, aus Alkohol meist in Form dünner Blättchen. Öfters gekrümmte Flächen und nicht unbeträchtliche geometrische Störungen. Die Substanz zeigt in den genannten Lösungsmitteln ein großes Krystallisationsvermögen. Der Habitus, sowie die relative Formausbildung ist sehr variabel.

Triklin-pinakoidal.

$$a : b : c = 0,9994 : 1 : 1,1446.$$

$$A = 82^{\circ}56\frac{1}{2}' \quad \alpha = 80^{\circ}21'$$

$$B = 126\ 50 \quad \beta = 127\ 20$$

$$C = 94\ 5 \quad \gamma = 96\ 44$$

Beobachtete Formen: $c\{001\}$ und $a\{100\}$ gewöhnlich gleich stark entwickelt; bisweilen c , oft auch a breiter, aber stets a weniger glänzend als c ; $r\{101\}$ gut entwickelt und glänzend; $x\{22\bar{1}\}$ groß und glänzend; $n\{120\}$ kleiner, aber scharfe Reflexe liefernd; $b\{010\}$ groß und gut reflectierend; $q\{021\}$ schmal, aber gut meßbar.

	Gemessen:	Berechnet:
$c : b = (001) : (010) =$	$*97^{\circ} 3\frac{1}{2}'$	—
$c : a = (001) : (100)$	$*53\ 10$	—
$a : b = (100) : (010)$	$*88\ 55$	—
$b : x = (010) : (22\bar{1})$	$*42\ 46$	—
$c : x = (001) : (22\bar{1})$	$*92\ 54$	—
$a : x = (100) : (22\bar{1})$	$51\ 10$	$54^{\circ} 7\frac{1}{2}'$
$c : r = (001) : (101)$	$70\ 24$	$70\ 42\frac{1}{2}$
$a : r = (100) : (101)$	$56\ 25$	$56\ 7\frac{1}{2}$
$c : n = (001) : (120)$	$77\ 56\frac{1}{2}$	$77\ 53\frac{1}{2}$
$c : q = (001) : (021)$	$66\ 45$	$66\ 55\frac{2}{3}$
$a : o = (100) : (120)$	$57\ 27$	$57\ 24$
$o : b = (120) : (010)$	$34\ 27\frac{1}{2}$	$34\ 34$

Es wurde keine deutliche Spaltbarkeit gefunden.

Auf a sehr schiefe Auslöschung; auf c ist die Elasticitätsaxe fast senkrecht zur Kante $c : o$ orientiert; mit der Kante $c : a$ bildet dieselbe einen Winkel von 46° .

Dichte 1,558 bei 12° C.; das Äquiv.-Volum = 127,08.

Topische Axen: $\chi : \psi : \omega = 5,2108 : 5,2156 : 5,9700$.

Geometrisch ist die Verbindung ausgesprochen pseudo-tetragonal.

VIII. Dinitro-dichlor-Anisol $C_6H_3(NO_2)_2.Cl.Cl.(OCH_3)_{(1)}$.

Schmelzpunkt 68° C.

Die Verbindung ist von Morel gemessen worden (diese Zeitschr. **19**, 527 und **21**, 399 Ref., und rhombisch-bipyramidal beschrieben, mit $a : b : c = 0,6269 : 1 : 0,4457$. Die Krystalle, welche aus Alkohol + Äther erhalten waren, zeigten: $\{110\}$, $\{100\}$, $\{010\}$, $\{101\}$.

IX. Dichlor-Anisol $C_6H_3.Cl_{(1)}.Cl_{(2)}. (OCH_3)_{(1)}$.

Schmelzpunkt 28° C.

Von Morel (loc. cit.) beschrieben. Die Krystalle waren aus Alkohol mit $\{001\}$, $\{110\}$, $\{101\}$ und bisweilen $\{010\}$ und $\{100\}$.

Rhombisch-bipyramidal mit $a : b : c = 0,6556 : 1 : 0,5234$.

In der Tabelle sind die Axen a und b beide zweimal so groß angenommen.

X. Dijod-p-Nitro-Anisol $C_6H_2 \cdot J_{(6)} \cdot J_{(2)} \cdot (NO_2)_{(4)} \cdot (OCH_3)_{(1)}$.

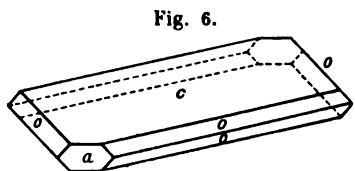
Von Boeris beschrieben (diese Zeitschr. **26**, 644 Ref.) und als monoklin-prismatisch erkannt, mit $a : b : c = 0,9344 : 1 : 1,0281$; $\beta = 84^{\circ} 58'$.

Die beobachteten Formen sind: $\{100\}$, $\{010\}$, $\{011\}$, $\{102\}$, $\{111\}$, $\{112\}$ und $\{112\}$. Spaltbar nach $\{100\}$.

XI. 1-2-3-5-Trinitro-Anisol $C_6H_2 \cdot (NO_2) \cdot (NO_2) \cdot (NO_2) \cdot (OCH_3)_{(1)}$.

Schmelzpunkt $104^{\circ} C$.

Ich erhielt die Verbindung von Herrn Dr. J. J. Blanksma, dem ich hier meinen besten Dank entgegenbringe.



Der Körper krystallisiert aus Alkohol oder aus einem Gemisch von Alkohol und Aceton in Form quadratisch umgrenzter Plättchen von hellgelber Farbe.

Sie sind rhombisch-bipyramidal; das Axenverhältnis ist:

$$a : b : c = 1,0010 : 1 : 1,0233.$$

Geometrisch ist die Substanz pseudo-tetragonal, wie es auch der Habitus zeigt.

Formen: $c\{001\}$ stark vorherrschend und glänzend; $a\{100\}$ klein und scharf reflectierend; $o\{112\}$ schmal, gut spiegelnd; die Zone $o : c$ zeigt mehrmals größere geometrische Anomalien; c und c' zeigen oft eine merkbare Differenz der Oberflächenbeschaffenheit.

	Gemessen:	Beobachtet:
$o : o = (112) : (11\bar{2}) =$	$39^{\circ} 20'$	—
$o : a = (112) : (100)$	$48 \ 51$	—
$o : c = (112) : (001)$	$70 \ 24$	$70^{\circ} 20'$
$a : c = (100) : (001)$	$89 \ 58$	$90 \ 0$

Eine deutliche Spaltbarkeit wurde nicht beobachtet.

Auf a und c normale Lage der Elasticitätsachsen; einen Axenaustritt habe ich nicht beobachtet. Mittlere Doppelbrechung.

Die Dichte beträgt $1,618$ bei $15^{\circ} C$.; das Äquiv.-Volum ist mithin $150,18$.

Topische Axen: $\chi : \psi : \omega = 5,2784 : 5,2730 : 5,3960$.

Die geometrische Formverwandschaft mit dem 1-3-5-Dinitro-Anisol ist ganz deutlich.

In bezug auf die morphotropischen Beziehungen dieser Nitro-Anisole sei bemerkt, daß aus der Synopsis auf S. 569 die nahe Verwandtschaft, sowie die schwach morphotropische Wirkung der NO_2 -Gruppe bei analoger Ortssubstitution deutlich zu ersehen ist. Namentlich offenbart sich dies bei den Derivaten des 1-3-Nitro-Anisols einerseits, wie bei

denen des 4-4-Nitro-Anisols andererseits¹⁾. Bei der ersten Reihe von Körpern ist obendrein die Formverwandtschaft durch den Habitus der

Synopsis der Nitroderivate des Anisols.

Verbindung	Symmetrie	Axenverhältnis	Topische Axen
4-3-Nitro-Anisol	Rhombisch-bipyramidal	$a : b : c = 0,9900 : 4 : 0,7674$	$\chi : \psi : \omega = 5,9247 : 5,9744 : 4,0459$
4-3-6-Dinitro-Anisol = (4-3-5-)	Monoklin-prismatisch	$a : b : c = \quad : 4 : 4,4707;$ $\beta = 65^{\circ} 43'$	—
4-3-2-Dinitro-Anisol = (4-3-3-)	Triklin-pinakoidal (pseudo-hexagonal)	$a : b : c = 4,0927 : 4 : 4,1633;$ $\beta = 56^{\circ} 34'$	$\chi : \psi : \omega = 5,4910 : 5,0250 : 5,8560$
4-3-5-Dinitro-Anisol	Triklin-pinakoidal (pseudo-tetragonal)	$a : b : c = 0,9994 : 4 : 4,446;$ $\beta = 52^{\circ} 40'$	$\chi : \psi : \omega = 5,2408 : 5,2156 : 5,9700$
4-3-5-2-Trinitro-Anisol = (4-2-3-5-)	Rhombisch-bipyramidal (pseudo-tetragonal)	$a : b : c = 4,0010 : 4 : 4,0333;$	$\chi : \psi : \omega = 5,2784 : 5,2730 : 5,3960$
4-4-Nitro-Anisol	Monoklin-prismatisch	$a : b : c = 4,4594 : 4 : 4,0146;$ $\beta = 57^{\circ} 56'$	$\chi : \psi : \omega = 6,5046 : 4,4550 : 4,5201$
4-4-2-Dinitro-Anisol = (4-2-4-)	Monoklin-prismatisch	$a : b : c = 4,4617 : 4 : 4,4978;$ $\beta = 75^{\circ} 0'$	$\chi : \psi : \omega = 6,4840 : 4,9308 : 5,0678$
4-4-2-6-Trinitro-Anisol = (4-2-4-6-)	Monoklin-prismatisch	$a : b : c = 4,4635 : 4 : 4,4105;$ $\beta = 50^{\circ} 48'$	$\chi : \psi : \omega = 7,2350 : 4,9485 : 5,4900$
2-6-Dijod-4-Nitro-Anisol	Monoklin-prismatisch	$a : b : c = 0,9344 : 4 : 4,0284;$ $\beta = 81^{\circ} 58'$	—
2-4-Dichlor-Anisol	Rhombisch-bipyramidal	$a : b : c = 4,3112 : 4 : 4,0462;$	—

1) Das 4-2-Nitro-Anisol ist eine Flüssigkeit; jedoch gibt es hier noch fünf Derivate dieses Körpers, nämlich 4-2-4-, 4-2-5-, 4-2-3-Dinitro- und 4-2-3-5- und 4-2-4-6-Trinitro-Anisol, welche vergleichbar sind.

Krystalle, sowie durch die Annäherung an tetragonale, resp. hexagonale Ausbildungsweise noch schärfer ausgeprägt.

Das 4-3-Nitro-Anisol selbst zeigt nur Beziehungen, wenn man die sehr flache Pyramide *o* als {111} auffaßt und dann die *a*- und *c*-Axe vertauscht; es wird dann nämlich $a:b = 0,9900:1$, also vollkommen vergleichbar mit den übrigen Dinitroderivaten. Obendrein ist anderthalbmals $b:c$ noch $= 1,1506$; letztere Analogie ist aber als nur ganz entfernt zu betrachten.

Übrigens aber zeigen sich die Nitrosubstitutionsproducte des Anisols als durchaus sehr innig zusammenhängend.

XXIX. Daten zur genaueren Kenntniss des Albit.

Von

G. Melzer in Budapest.

(Mit 7 Textfiguren.)

Der Albit ist schon oft Gegenstand eingehender krystallographischer Untersuchungen gewesen, um so mehr, als er als Endglied einer wichtigen isomorphen Reihe von großem Interesse ist. Befaßt man sich jedoch mit der einschlägigen Literatur, so sieht man, daß die Resultate der verschiedenen Forscher bedeutend von einander abweichen, so daß eine neue, eingehende Untersuchung nichts weniger als überflüssig ist. Ich habe mich daher mit besonderem Interesse an die Untersuchung eines in letzterer Zeit erworbenen schönen Albitvorkommens gemacht, deren krystallographische Resultate diese Arbeit enthält. Bevor ich dieses Albitvorkommen, den Gang der Untersuchung und die Resultate mitteile, ist es notwendig, die Resultate der bisherigen Untersuchungen zusammenzufassen, namentlich vorerst die auf die geometrischen Constanten bezüglichen. Ich habe zu diesem Zwecke aus den Arbeiten der Autoren diejenigen gemessenen und berechneten Winkel, welche sich auf die gewöhnlichen Formen des Albits beziehen und sich mit Änderung der Constanten genügend ändern, in einer Tabelle zusammengestellt (s. S. 576—579). Zur Erklärung der Tafel soll folgendes dienen.

G. Rose macht uns in seiner grundlegenden Arbeit über Feldspäte¹⁾ mit den wichtigsten Eigenschaften des Albits bekannt und weist durch Messungen nach, daß der Albit trotz aller formellen Übereinstimmung mit Orthoklas triklin krystallisiere. Dem damaligen Gebrauch gemäß teilt er nur fünf gemessene Winkel und die daraus berechneten wichtigsten anderen mit und auch Miller hat in seiner allbekannten Mineralogie seine Winkel angeführt.

¹⁾ Gilb. Ann. 1823, 73, 186.

F. Neumann teilt in seiner bekannten wichtigen Arbeit »Das Krystallsystem des Albit usw.«¹⁾ die an neun tiroler Krystallen mit großer Sorgfalt gemessenen Winkel mit und beschäftigt sich bei dieser Gelegenheit auch mit den bei damaligen Messungen vorhandenen Fehlerquellen. Er hat vier Krystalle ganz durchgemessen und an fünf weiteren einige, resp. je einen Winkel. Die in der Tabelle mitgeteilten Winkel PP , Po , Px , on oder sind die Mittel von je zwei bis drei mit einander gut übereinstimmenden Einzelmessungen.

Aus den gemessenen Winkeln Roses und Neumanns berechnete Constanten habe ich in der Literatur nicht vorgefunden. Die gemessenen Winkel Beider stimmen mit denen späterer Autoren so ziemlich überein, was ebenso, wie andere ihrer Arbeiten, darauf hinweist, daß diese ausgezeichneten Forscher trotz der Unvollkommenheit der Goniometer ihrer Zeit mit großer Genauigkeit arbeiteten. Nur Roses lT -Winkel weicht von andern bedeutend ab, und da er ein Fundamentalwinkel ist, weichen infolgedessen auch die meisten berechneten Winkel ab.

Sehr eingehend beschäftigt sich sodann Des Cloizeaux mit den krystallographischen Verhältnissen des Albit²⁾. In der Tabelle sind als zuverlässige diejenigen mitgeteilt, welche er und Marignac an einer großen Zahl Krystallen vom St. Gotthard gemessen, ferner die von Marignac an Periklin und am Albit von Col du Bonhomme gemessenen. Die berechneten Constanten sind:

$$a:b:c = 0,63347:1:0,55771;$$

$$\alpha = 94^{\circ}3', \quad \beta = 116^{\circ}28\frac{3}{8}', \quad \gamma = 88^{\circ}8\frac{3}{8}',$$

und diese Constanten und die daraus berechneten Winkel finden wir auch in den Handbüchern der Mineralogie fast allgemein angeführt, da die Übereinstimmung für die meisten gemessenen und berechneten Winkel eine befriedigende ist. Eine Ausnahme bilden die Winkel Mz , lT , ll , Po und PT und in anbetracht der Differenzen dieser Winkel können diese Constanten auf keine solche Genauigkeit Anspruch haben, mit welcher sie mitgeteilt sind.

Statt obiger Constanten Des Cloizeaux führt übrigens in neuester Zeit Lacroix³⁾ auf denselben Fundamentwinkeln beruhend (nur nP ist um eine Minute kleiner) folgende Constanten an:

$$a:b:c = 0,63334:1:0,55746;$$

$$\alpha = 94^{\circ}3', \quad \beta = 116^{\circ}27', \quad \gamma = 88^{\circ}9'.$$

Er tat dies infolge geringer Correctionen, welche ihm Des Cloizeaux mitteilte.

Schrauf teilt in seinem Atlas (Heft I) für Albit folgende Constanten mit:

1) Abh. Berl. Akad. 1830, 489.

2) Mineralogie 1862, 1, 347.

3) Miner. de la France 1897, 2, 438.

$$a:b:c = 0,6545:1:0,5550;$$

$$\alpha = 93^{\circ} 36', \quad \beta = 116^{\circ} 48', \quad \gamma = 89^{\circ} 48'.$$

Diese Constanten weichen von denen anderer Autoren dermaßen ab, daß sie außer acht gelassen werden müssen, um so mehr, als sie durch gemessene und berechnete Winkel nicht bekräftigt sind. Abweichend ist besonders die Länge der *a*-Axe, dafür sollte wohl 0,6345 stehen¹⁾.

G. vom Rath weist in seiner »Ein Beitrag zur Kenntnis der Winkel des Albit« betitelten Arbeit²⁾ auf die schon öfter constatierten Schwankungen in der Prismenzone des Albit hin. Die mitgeteilten gemessenen Winkel beziehen sich nur auf einen Krystall von Schmirn. Aus seinen Grundwerten ($Pn = 46^{\circ} 45'$, $no = 46^{\circ} 58'$, $ox = 27^{\circ} 30'$, $oP = 57^{\circ} 45'$ und $PM = 93^{\circ} 44\frac{1}{2}'$) hat Brezina³⁾ folgende Constanten berechnet:

$$a:b:c = 0,6366:1:0,5582;$$

$$\alpha = 94^{\circ} 45' 12'', \quad \beta = 116^{\circ} 47' 10'', \quad \gamma = 87^{\circ} 52' 22'',$$

jedoch hat vom Rath in seiner späteren Albitarbeit⁴⁾ statt des gemessenen *PM*-Winkel den von Des Cloizeaux gemessenen ($86^{\circ} 30'$) angenommen und berechnet:

$$a:b:c = 0,636484:1:0,559250;$$

$$\alpha = 94^{\circ} 51\frac{1}{3}', \quad \beta = 116^{\circ} 42\frac{1}{3}', \quad \gamma = 87^{\circ} 54\frac{1}{3}',$$

berechnete Winkel sind jedoch nicht mitgeteilt. In dieser Arbeit führt vom Rath auch andere Constanten an, welche er aus den von Breithaupt an Periklin gemessenen Winkeln berechnet. Diese Constanten sind von anderen sehr abweichend:

$$a:b:c = 0,63843:1:0,55822;$$

$$\alpha = 93^{\circ} 48\frac{1}{2}', \quad \beta = 116^{\circ} 54\frac{3}{4}', \quad \gamma = 89^{\circ} 43\frac{1}{2}'.$$

Es können nur die vorher erwähnten Constanten in Betracht kommen und auch die mit viel geringerer Genauigkeit, da sie aus wenig Messungen folgen.

A. Streng hat Albit aus Granitgängen von Harzburg untersucht⁵⁾. Die an kleinen guten Krystallen gemessenen Winkel hat er mit Des Cloizeauxs berechneten Winkeln verglichen. Einzelne gemessene Winkel stimmen gut mit denen anderer Autoren, andere nicht.

P. v. Jeremejew hat kleine Zwillinggruppen von Malaja Bistraya (Baikalsee) untersucht und die inneren durchsichtigen Individuen derselben gemessen. Diese Messungen sind bereits 1873 im Jubiläumsband der Berg-

1) Goldschmidt, Index 2, 22.

2) Pogg. Ann. 1870, Erg.-Bd. 5, 425.

3) Min. Mitt. 1873, 3, 49.

4) N. Jahrb. f. Min. usw. 1876, 689.

5) Ebenda 1874, 745.

akademie von St. Petersburg erschienen, aber erst in neuerer Zeit referiert worden¹⁾. Constanten und berechnete Winkel sind nicht mitgeteilt; die gemessenen Winkel stimmen teilweise mit denen einiger, teilweise mit denen anderer Forscher überein. Mx , PT , Pl , Mp und nP sind nach dem Referat approximative Messungen.

F. Klockmann hat den auf dem Mikroklin von Hirschberg aufgewachsenen Albit bekannt gemacht²⁾. Trotz der ungünstigen Ausbildung desselben konnte er aus dem ihm zur Verfügung stehenden reichen Material sechs 1—2 mm große meßbare Krystalle herausfinden. Nach seiner Erfahrung reflectieren nur T , l und n gut, die übrigen Flächen sind mehr oder weniger facettiert oder matt oder gekrümmt. Weder x noch r liegen genau in der Zone Py . Die Constanten sind:

$$a : b : c = 0,6330 : 1 : 0,5558;$$

$$\alpha = 94^{\circ} 4' 29'', \quad \beta = 116^{\circ} 30' 28'', \quad \gamma = 88^{\circ} 8' 40''.$$

Namentlich MP , Px , Po und PT weichen bedeutend von den berechneten Winkeln ab, so daß auch diese Constanten mit geringerer Genauigkeit in Betracht genommen werden müssen.

C. Bärwald hat den Albit von Kasbek untersucht³⁾, welcher bekanntlich Albit von idealer Reinheit ist. Die Messungen beziehen sich auf zehn Krystalle. Die berechneten Winkel stimmen teilweise gut mit den gemessenen überein, einzelne weichen jedoch außergewöhnlich ab und zwar ln , Py , Pp , zl und PT , obwohl die gemessenen Werte der zwei letzteren Mittel von je drei mit einander gut übereinstimmenden Messungen sind. Die abgeleiteten geometrischen Constanten:

$$a : b : c = 0,5986 : 1 : 0,5180;$$

$$\alpha = 91^{\circ} 6' 50'', \quad \beta = 116^{\circ} 58' 12'', \quad \gamma = 85^{\circ} 20' 24'',$$

können also nicht in Betracht gezogen werden, um so weniger als seitdem auch S. Glinka diesen Albit untersucht und andere Constanten gefunden hat.

A. Beutell hat Albit aus dem Granit von Striegau gemessen⁴⁾. Aus fünf Winkeln eines wasserhellen Zwillings von ca. 3 mm Größe sind die Constanten:

$$a : b : c = 0,6360 : 1 : 0,5558;$$

$$\alpha = 94^{\circ} 40', \quad \beta = 117^{\circ} 0', \quad \gamma = 88^{\circ} 0'.$$

Hier sind auch so bedeutende Differenzen zwischen Messung und Berechnung, daß diese Constanten ebenfalls ausgeschlossen werden müssen.

M. Schuster hat ebenfalls den Albit von Kasbek untersucht⁵⁾, hauptsächlich in optischer Beziehung. Sein Material war von keiner guten Aus-

1) Diese Zeitschr. 32, 495.

2) Zeitschr. d. d. geol. Ges. 4882, 34, 446. Ref. diese Zeitschr. 8, 348.

3) Diese Zeitschr. 8, 48.

4) Ebenda 8, 371.

5) Min. Mitt. 4886, 7, 373. Ref. diese Zeitschr. 13, 614.

bildung; er teilt nur wenige gemessene Winkel mit und diese weichen nicht nur von den von S. Glinka an demselben Albit gemessenen Winkeln, sondern auch von denen anderer Albite so bedeutend ab, daß die von V. Goldschmidt¹⁾ aus seinen Werten berechneten Constanten:

$$a:b:c = 0,6487:1:0,5644;$$

$$\alpha = 93^{\circ} 42', \quad \beta = 116^{\circ} 48', \quad \gamma = 89^{\circ} 31'$$

ebenfalls außer acht gelassen werden müssen. (Den zur Berechnung verwendeten Wert P_n hat Schuster nachträglich bestimmt.)

A. Sella hat durchsichtige glänzende Albitzwillinge gemessen²⁾, welche in Gesellschaft von Sellaït vorkommen (Gebroulaz-Gletscher). Die gemessenen Werte beziehen sich auf zwei Krystalle, aus ihnen folgt:

$$a:b:c = 0,6333:1:0,5575;$$

$$\alpha = 94^{\circ} 4', \quad \beta = 116^{\circ} 28', \quad \gamma = 88^{\circ} 8'.$$

Wie aus der Tabelle ersichtlich, bestehen zwischen den gemessenen und berechneten Werten auch hier beträchtliche Differenzen, so daß die Constanten auf keine große Genauigkeit Anspruch haben.

S. Glinka beschreibt in einer größeren Arbeit die russischen Albite recht eingehend³⁾ und in einer späteren Arbeit⁴⁾ auch die Resultate seiner optischen und chemischen Untersuchungen. Von den untersuchten Albiten kommt, was die Constanten anbelangt, in erster Linie der von Kirebinsk in Betracht, weil er gut ausgebildet und reiner Albit ist. Nur in der Prismenzone constatiert man auch an diesem Störungen. Die 3—4 mm großen Krystalle von Kasbek sind weniger gut ausgebildet; sie sind polysynthetische Zwillinge, so daß ihre Flächen meist mehrfache Reflexe liefern. An je einem Krystall konnten nur einige Winkel gemessen werden; die besten Winkel stimmen jedoch nach Glinka mit denen von Kirebinsk gut überein. Aus fünf ausgewählten Winkeln folgt für diese Albite:

$$a:b:c = 0,63442:1:0,55738;$$

$$\alpha = 94^{\circ} 5' 22'', \quad \beta = 116^{\circ} 26' 54'', \quad \gamma = 88^{\circ} 6' 45''.$$

Aus der Tabelle (s. folg. S.) sieht man, daß die berechneten Winkel mit den gemessenen im allgemeinen gut übereinstimmen, jedoch auch hier finden wir Differenzen, von denen es erwünscht wäre, daß sie kleiner wären, namentlich Pp und no , obwohl gerade diese Winkel (samt al , ll , MT und P_n) im Originaltexte als »beste Werte« bezeichnet werden. Die berechneten Constanten haben also nur auf eine mindere Genauigkeit Anspruch. Von

1) Winkeltabellen S. 439.

2) Atti R. Accad. d. Lincei, Ser. 4, 1888, 4, 464. Ref. diese Zeitschr. 18, 409.

3) Russ. Bergjournal 4889 (in mehreren Fortsetzungen). Ref. diese Zeitschr. 22, 63.

4) Verh. russ. min. Ges. 4894, 31, 4. Ref. diese Zeitschr. 26, 509.

Gemessene und berechnete

	Rose gem.	Rose u. Miller ber.	Neumann gem.	Des Cloiz. u. Maign. gem. (St. Gotthd.)	Maignac gem. (Periklin)	Maignac gem. (Col du B.)	Des Cloiz. ber.	vom Rath gem. (Schmirn)
$MI = (0\bar{1}0) : (4\bar{1}0)$	60° 8'	*60° 8'			60° 30'	59° 44'	60° 20'	58° 25'
$MT = (010) : (410)$		62 7			60 46		60 27	
$lT = (1\bar{1}0) : (410)$	57 45	*57 45		58° 15'	58 55		59 13	58 45
$ll = (1\bar{1}0) : (4\bar{1}0)$				59 44		60 44	59 20	59 48
$Mx = (0\bar{1}0) : (4\bar{3}0)$		30 48		30 42			30 22	28 37
$xl = (4\bar{3}0) : (4\bar{1}0)$		29 20	29° 49'	29 48	30 9		29 58	29 52
$Mn = (0\bar{1}0) : (0\bar{2}1)$				46 50	46 54		*46 50	
$nP = (0\bar{2}1) : (004)$		46 5	46 42	46 54	46 39		*46 46	46 45
$MP = (0\bar{1}0) : (004)$	93 36	*93 36		93 30	93 29	93 30	93 36	93 44½ 93 20½
$PP = (004) : (004)$		7 42	7 22½	7 47		7 46	7 42	
$Mo = (0\bar{1}0) : (4\bar{1}1)$		67 49			66 35		66 49	
$ox = (4\bar{1}1) : (4\bar{1}0)$		27 49	27 28				27 20	27 30
$oo = (4\bar{1}1) : (4\bar{1}1)$			47 36	47 43			47 22	47 9
$xx = (4\bar{1}0) : (4\bar{1}0)$		40 46		7 36			7 48	
$Mp = (0\bar{1}0) : (4\bar{1}1)$		59 33			59 53		59 49	
$yl = (20\bar{1}) : (4\bar{1}0)$		44 26	42 45	42 27	42 45		*42 27	
$ln = (1\bar{1}0) : (0\bar{2}1)$		54 30	54 39	54 37	54 46		*54 36	54 28
$no = (0\bar{2}1) : (4\bar{1}1)$		48 4	46 54				46 57	46 58
$lo = (1\bar{1}0) : (4\bar{1}1)$			98 46	98 24	98 40		98 33	
$oy = (4\bar{1}1) : (204)$		39 0	39 47				39 0	
$yP = (20\bar{1}) : (004)$		97 37		97 56	98 8		97 54	
$Px = (004) : (4\bar{1}0)$		52 37		52 48	52 48		52 47	
$lP = (1\bar{1}0) : (004)$	69 9	*69 9	69 9	69 9	69 42		*69 40	69 6
$Pp = (004) : (4\bar{1}1)$		55 44					55 53	
$oP = (4\bar{1}1) : (004)$	57 37	*57 37	57 43	57 32	58 3		57 48	57 45
$PT = (004) : (440)$		64 55		65 8	65 4		65 48	64 44
$zn = (4\bar{3}0) : (0\bar{2}1)$				40 59	44 6		44 0	40 55
$zo = (4\bar{3}0) : (4\bar{1}1)$			84 37	84 39	84 42		84 42	

den übrigen untersuchten Albiten zeigt der von Kyschtim infolge charakteristischer lamellarer Structur eine abweichende Extinction und auch abweichende Winkel, der von Mursinka ist kein reiner Albit, sondern entspricht der Formel $Ab_{16}An_1$, kommt aber ebenfalls nicht in Betracht, auch der aus den Schischimschen Gruben stammende nicht, da seine Krystalle gerundet und polysynthetisch sind und α und γ sehr abweichen. Der reine Albit von Slatoust besteht zwar meist aus trüben Krystallen mit Einschlüssen, ein Bruchstück konnte aber gut gemessen werden und hieraus folgt:

Albitwinkel. I.

vom Rath ber.	Brezina ber.	Streng gem. (Harzburg)	Jeremejew gem. (Baikal-See)	Klockmann gem. (Hirschberg)	Klockmann ber.	Bärwald gem. (Kasbek)	Bärwald ber.	
	60° 9' 2"	60° 45'	60° 28½'	60° 22½'	*60° 22' 40"	59° 53'	*59° 53' 0"	<i>Ml</i>
	60 30 42		60 43½	60 0	60 26 32			<i>MT</i>
	59 20 46		59 18	59 45	59 40 48	56 49	*56 49 0	<i>lT</i>
		59 56						<i>ll</i>
		29 5	30 47	30 28½	30 24 9	30 6	34 40 46	<i>Mz</i>
		29 59	30 41½			29 54	28 42 44	<i>zl</i>
	46 56 30	46 50	46 58½		46 57 37	47 26	47 26 0	<i>Mn</i>
*46° 45'	*46 45 0	47 6	46 43	46 44½	46 40 8	46 42	*46 42 0	<i>nP</i>
*93 30	*93 41 30		93 44½	93 37½	*93 37 45	93 38	*93 38 0	<i>MP</i>
		7 7		7 45½	7 45 30	7 46	7 46 0	<i>PP</i>
	66 26 34	67 0	66 26½	94 20—				<i>Mo</i>
*27 30	*27 30 0		27 30	94 0	93 44 23			<i>ox</i>
	47 6 58							<i>oo</i>
			59 45					<i>xx</i>
								<i>Mp</i>
	42 29 25	42 26						<i>yl</i>
	54 47 20	54 30		54 37 0"	*54 37 0	52 0	54 4 49	<i>ln</i>
*46 58	*46 58 0				46 53 27			<i>no</i>
	98 45 20							<i>lo</i>
	39 45 45				38 59 34			<i>oy</i>
	97 46 33		97 39	97 57½	*97 57 50	98 23½	400 43 37	<i>yP</i>
	52 10 46		52 40½	52 35½	52 8 40			<i>Px</i>
	69 4 44	68 30	69 5	69 9	*69 9 0	68 55	*68 55 0	<i>lP</i>
			55 49	55 38	55 45 29	55 58	54 35 54	<i>Pp</i>
*57 45	*57 45 0		57 43	57 28	57 42 13			<i>oP</i>
	64 57 56		64 58	64 42	65 44 55	65 4—	64 46 47	<i>PT</i>
						65 2		
				40 54½	44 5 4	44 18	44 45 50	<i>xn</i>
				44 0				<i>zo</i>

$$a:b:c = 0,6350:4:0,5586;$$

$$\alpha = 94^{\circ} 46', \quad \beta = 116^{\circ} 43' 30'', \quad \gamma = 87^{\circ} 45' 20''.$$

Da sich diese Daten — wie gesagt — nur auf einen Krystall beziehen und nur sieben Messungen vorliegen, sind diese Constanten weniger verläßlich, als die vorigen.

A. Franck hat 2—3 mm große Krystalle von Revin gemessen¹⁾ und

$$a:b:c = 0,6388:4:0,5654;$$

$$\alpha = 93^{\circ} 33', \quad \beta = 116^{\circ} 34', \quad \gamma = 88^{\circ} 50'$$

1) Bull. Acad. roy. Belg. 1894 [3], 21, 605. Ref. diese Zeitschr. 28, 477.

Gemessene und berechnete

	Beutell gem. (Strigau)	Beutell ber.	Schuster gem. (Kasbek)	Sella gem. (Gebroulaz)	Sella ber.	Glinka gem. (Kirebinsk)	Glinka gem. (Kasbek)	Glinka ber.
$MI = (0\bar{1}0) : (4\bar{1}0)$			*64°40'	60° 0'	60°20'	60°18'		60°22' 12"
$MT = (010) : (440)$	60°45'	60°20'	*60 25	60 19	60 26	60 24		60 20 20
$IT = (4\bar{1}0) : (410)$	58 48½	59 14	57 55			59 17½	59°44'	*59 17 50
$II = (4\bar{1}0) : (4\bar{1}0)$	59 58½	58 50				59 22½		59 15 36
$Mx = (0\bar{1}0) : (4\bar{3}0)$				30 6	30 23	30 32		
$xi = (4\bar{3}0) : (4\bar{1}0)$						29 46½	29 58	
$Mn = (0\bar{1}0) : (0\bar{2}4)$	47 14	47 22				46 23½	46 37	46 54 38
$nP = (0\bar{2}4) : (004)$	46 50½	*46 50½	*47 3			46 42	47 4	46 48 22
$MP = (0\bar{1}0) : (004)$	94 16	94 42	*93 40	93 32	93 37	93 37½	93 40	*93 37 45
$PP = (004) : (004)$	193 49½					7 15½		7 15 30
$Mo = (0\bar{1}0) : (4\bar{1}4)$	66 24½	66 34		66 27	66 20			66 15 43
$ox = (4\bar{1}4) : (404)$	27 29	27 23						
$Mp = (0\bar{1}0) : (4\bar{1}4)$				60 7	60 26			
$yl = (20\bar{1}) : (4\bar{1}0)$								
$ln = (4\bar{1}0) : (0\bar{2}4)$	54 24½	*54 24½					51 38	
$no = (0\bar{2}4) : (4\bar{1}4)$	47 4½	*47 4½				46 29		46 48 35
$lo = (4\bar{1}0) : (4\bar{1}4)$								98 22 34
$yP = (20\bar{1}) : (004)$								
$Px = (004) : (404)$								52 9 0
$IP = (4\bar{1}0) : (001)$	69 14	69 29	68 33			69 5	68 43	*69 5 0
$Pp = (004) : (4\bar{1}4)$						56 0		53 45 5½
$oP = (4\bar{1}4) : (004)$	57 45½	*57 45½				57 44½		*57 44 30
$PT = (004) : (440)$	65 0½	*65 0½	*64 59			65 18½	65 18	*65 18 25
$zn = (4\bar{3}0) : (0\bar{2}4)$						44 13	44 4½	

berechnet. Die Hälfte der berechneten Winkel weicht so sehr von den gemessenen ab, daß diese Constanten wegfallen.

C. Viola¹⁾ hat Albit von Lakous (Kreta) untersucht, welcher sich als chemisch rein erwies. Er teilt die ausführliche Beschreibung und die gemessenen Winkel von zwölf Krystallen mit und berechnet aus fünf ausgewählten Winkeln:

$$a:b:c = 0,635:4:0,557;$$

$$\alpha = 94^{\circ}44\frac{1}{2}', \quad \beta = 116^{\circ}34\frac{3}{4}', \quad \gamma = 88^{\circ}5'.$$

Große Differenzen finden wir hier zwischen den gemessenen und berechneten Winkeln Px und PT (die gemessenen Winkel von Px sind $54^{\circ}26'$ und $54^{\circ}4'$, die von PT sind $64^{\circ}5'$, $67^{\circ}2'$ und $64^{\circ}57'$), ferner stimmt auch Po nicht. Die Ursache dieser Differenzen ist wahrscheinlich,

¹⁾ Min. Mitt. 1895. 15. 435. Ref. diese Zeitschr. 29. 454.

Albitwinkel. II.

Glinka gem. (Slatoust)	Glinka ber.	Franck gem. (Revin)	Franck ber.	Viola gem. (Lakous)	Viola ber.	Lacroix gem. (Oisans)	Zambonini gem. (C. Persegue)	
	60° 7' 10"	59° 34'	60° 4'	60° 45'	*60° 45' 0"	60° 41'		<i>MI</i>
59° 44'	*59 44 0	60 5	60 5	60 25	*60 25 0		58° 42'	<i>MT</i>
		29 44	30 47	59 12	59 9 0	59 50		<i>IT</i>
		30 47	29 47	59 38	59 30 0	29 50		<i>ll</i>
		46 45	46 44	29 35½	29 49 53	29 50	29 34	<i>Mx</i>
	46 55 0	46 58	46 58	46 54	*46 51 0	46 50		<i>zl</i>
93 39	*93 39 0	93 25	93 26	93 36	*93 36 0	93 39		<i>Mn</i>
		7 3	6 52	7 42½	7 42 0		7 46	<i>nP</i>
				66 25	66 49 24			<i>MP</i>
					27 24 6	27 19		<i>PP</i>
					60 22 40			<i>Mo</i>
	47 4 0				42 34 39	42 35		<i>ox</i>
					54 34 4	54 40		<i>Mp</i>
					98 23 58			<i>yl</i>
		52 45	52 34	98 8½	97 56 34	97 50		<i>ln</i>
				54 45	52 9 38	52 20		<i>no</i>
69 6	69 3 30	69 2	68 54	69 9½	*69 9 45	69 45	69 4½	<i>lo</i>
					55 2 6	55 50		<i>yP</i>
57 49	*57 49 0			57 23	57 43 8	57 50		<i>Px</i>
65 4	*65 4 0			67 2	65 45 0	65 40	65 4	<i>IP</i>
								<i>Pp</i>
								<i>oP</i>
								<i>PT</i>
						44 45		<i>zn</i>

daß *P* facettiert ist. Es weichen jedoch auch noch diejenigen gemessenen Winkel von einander ab, aus welchen der Autor die Constanten berechnete; so ist namentlich die Differenz zwischen den extremen gemessenen Werten von *Mn* und *PM* 38', resp. 45'. Die gemeinsame Ursache aller dieser Abweichungen ist jedenfalls die, daß Viola relativ große Krystalle gemessen hat (die größte Dimension des kleinsten ist 7½ mm) und daß sie obendrein viel Zwillingslamellen enthalten. Viola teilt demnach das Axenverhältnis nur mit drei Decimalen mit; die Winkel der Axen haben ebenfalls nur auf geringe Genauigkeit Anspruch.

A. Lacroix teilt gemessene Winkel des Albit von Oisans mit¹⁾ und vergleicht dieselben mit Des Cloizeauxs gerechneten Winkeln, mit welchen sie auch relativ am besten übereinstimmen; doch finden wir auch hier

1) Minér. de la France 1897, 2, 438.

öfter Differenzen von 8' und mehr, sie sind also nicht geeignet, die Genauigkeit der S. 572 erwähnten Des Cloizeaux-Lacroixschen Constanten zu sichern.

In neuester Zeit hat F. Zambonini Albitmessungen publiziert¹⁾. Sie beziehen sich auf den Albit von Comba Peraegue (Vallone Mulasco) aus Diabas, und sind die Mittel der mit einander sehr gut übereinstimmenden Messungen zweier schöner und gut ausgebildeter Zwillinge (größte Differenz zwischen den einzelnen Messungen 2'). Er vergleicht seine Daten mit Des Cloizeauxs Winkeln, die Übereinstimmung ist jedoch keine gute; es wäre also eine Berechnung der Constanten erwünscht gewesen.

In den anderen auf Albit bezüglichen Arbeiten sind Winkel entweder gar keine enthalten, oder nur wenige, welche zur Identifizierung der Formen oder der Zwillingsbildung dienen; diese habe ich darum nicht in Betracht gezogen.

Die Resultate der bisherigen Forschungen in bezug auf die geometrischen Constanten des Albit weichen also von einander beträchtlich ab. Stellen wir diejenigen Werte, welche nach dem Vorhergesagten überhaupt in Betracht gezogen werden können, auf geringere Genauigkeit reduziert, nebeneinander, so resultiert eine gewisse Übereinstimmung:

	$a : b : c$	α	β	γ
Des Cloizeaux-Lacroix	0,633 : 4 : 0,557	94° 3'	116° 27'	88° 9'
vom Rath	0,637 : 4 : 0,559	94 5	116 42	87 54
Klockmann	0,633 : 4 : 0,556	94 5	116 34	88 9
Sella	0,633 : 4 : 0,558	94 4	116 28	88 8
Glinka	{ 0,634 : 4 : 0,557	94 5	116 27	88 7
		0,635 : 4 : 0,559	94 16	116 44
Viola	0,635 : 4 : 0,557	94 15	116 32	88 5

Die Differenzen sind aber auch so noch beträchtlich, besonders im Winkel γ , was offenbar mit der prismatischen Streifung und besonders mit der allgemein beobachteten Störung der M -Flächen in Zusammenhang steht. Eine weitere Ursache dieser Abweichungen ist, daß die meisten Forscher Material von unvollkommener Ausbildung gemessen haben oder, wenn auch gute Krystalle, doch nur wenige, ferner daß die Autoren zur Berechnung — wie üblich — das Minimum der hierzu erforderlichen Winkel benutzt haben. F. Neumann hat sich schon 1830 gegen diese Art der Berechnung ausgesprochen und ich habe bei meinen Untersuchungen über Korund²⁾, Hämatit³⁾, Aragonit⁴⁾, Libethenit⁵⁾, Titaneisen⁶⁾ immer je mehr gute

1) Centralbl. f. Min. usw. 1903, 449.

2) Diese Zeitschr. 35, 564.

3) Ebenda 37, 580.

4) Ebenda 38, 249.

5) Ebenda 39, 279.

6) Ebenda 39, 526.

Winkel zur Berechnung der Constanten benutzt und mich von der Notwendigkeit dieses Principes überzeugt. Eine derartige Berechnung ist natürlich im triklinen System recht langwierig, jedoch genaue Resultate kann man anders nicht erreichen.

Albit von Nadabula.

Das Material, welches ich untersuchte, stammt von Nadabula bei Rozsnyó (Rosenau, Com. Gömör). Die östlich von Nadabula in Porphyroiden befindlichen Eisensteingänge sind schon längere Zeit abgebaut worden, in neuerer Zeit bilden sie den Gegenstand eines regen und modernen Bergbaues. Stellenweise findet sich hier der Eisenspat schön krystallisiert und darauf oft Albit, seltener Pyrit, Sphalerit in Krystallen und winzig kleine Kügelchen, welche ihrer Farbe und Härte und ihres Striches nach zu urteilen Skorodit sind.

Der Albit ist zwar meist auf Siderit aufgewachsen, doch auch eingewachsen, und auf ihm finden sich auch kleine Sideritrhomboëder, er ist also mit Siderit gleichen Alters.

Von diesem Albit ist bis jetzt wenig bekannt geworden. Prof. Szabó hat ihn 1870 kurz beschrieben¹⁾. Er bestimmte ihn durch seine, wenig bekannte Methode der Feldspatbestimmung (Schmelzprobe und Flammenfärbung) als Albit. Krystallographische Daten enthält seine Notiz außer einer approximativen Messung des *MP*-Winkels keine. Im Min. Lexicon von Zepharovich²⁾ ist er nur kurz mit den Worten angeführt: »Schöne Krystalle, mit jenen von Schmirn zu vergleichen, finden sich zu Nadabula auf Sideritkrystallen, nicht häufig.« In neuester Zeit erwähnt ihn Schafarzik als Gangausfüllung³⁾. Sonst wird er in der Literatur nirgends erwähnt, ist also so zu sagen ganz unbekannt.

Um zu erforschen, ob dieser Albit reiner Albit sei, habe ich einestheils an einer größeren Zahl Spaltungsblättchen die Auslöschung bestimmt, anderentheils hatte Herr J. Loczka, Chemiker u. Dir.-Custos des ung. Nat.-Museums, die Güte, ausgewähltes Material chemisch zu untersuchen, wofür ich ihm auch an dieser Stelle meinen verbindlichen Dank ausspreche. Die Auslöschung auf Spaltungsblättchen nach der Basis ist ziemlich schwankend, nämlich $30^{\circ}5'$ — $40^{\circ}30'$, im Mittel $30^{\circ}45'$ (der Grund davon ist wohl, daß die *M*-Flächen meist gestört sind), auf den Spaltungsblättchen nach *M* habe ich jedoch Werte erhalten, welche genügend übereinstimmen und für reinen Albit charakteristisch sind, nämlich im Mittel $20^{\circ}30'$.

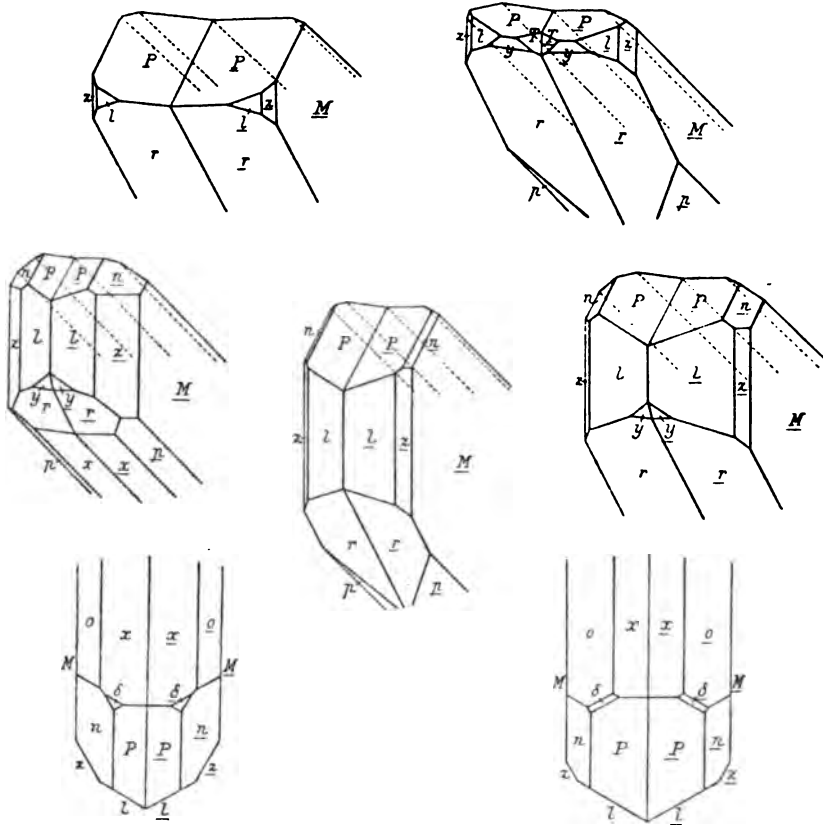
Das Resultat der chemischen Untersuchung ist mit letzteren Daten in guter Übereinstimmung. Das Material wurde vorerst spektroskopisch unter-

1) Magyarhoni Földt. Társ. munkálatai 1870, 5, 192.

2) Min. Lex. 2, 6.

3) Mathem. és Term. Tud. Értesítő 1904, 22, 444.

sucht, sodann aufgeschlossen und sowohl spektroskopisch, als auf gewöhnlichem Wege untersucht. Es waren von Kalium oder Calcium nicht einmal Spuren vorhanden, der Albit von Nadabula ist also Albit von idealer Reinheit.



Die meisten Krystalle haben $\frac{1}{2}$ —1 cm Dimensionen, es gibt aber auch solche von kaum 1 mm und solche von 3—4 cm Größe. Letztere sind keine einheitlichen Zwillinge, sondern kleine Krystallstücke, von mit einander parallel verwachsenen Zwillingsskrystallen gebildet; hier und da findet man auch solche Zwillinge, welche mit den übrigen des Krystallstockes in Karlsbader Zwillingstellung sind.

Die größten Krystalle sind nach $M(0\bar{1}0)$ tafelig; häufig sind auch nach der Zone $Mo.x$ prismatisch verlängerte. Die häufigsten Ausbildungsweisen habe ich in obenstehenden Figuren gezeichnet. Die Krystalle sind ausnahmslos Zwillinge, aber nicht polysynthetische, sondern regelmäßig ausgebildete und nur hier und da stecken noch einige Zwillingsslamellen darin. Manche sind weiß, die große Mehrzahl jedoch farblos und wasserhell.

Was die Formen anbelangt, bietet der Albit von Nadabula wenig neues; seine häufigen Formen sind die gewöhnlichsten des Albits, und zwar:¹⁾

$M(0\bar{1}0)$	$x(\bar{1}01)$	$o(\bar{1}\bar{1}1)$
$P(001)$	$r(40\bar{3})$	$p(\bar{1}\bar{1}\bar{1})$
$l(\bar{1}\bar{1}0)$	$y(20\bar{1})$	$\delta(\bar{1}\bar{1}2)$
$z(\bar{1}\bar{3}0)$	$n(0\bar{2}1)$	$q(2\bar{2}\bar{1})$
$T(110)$		

Letztere nur durch eine kleine Fläche vertreten. Außer diesen Formen habe ich der Zone *Mo* x als schmale, ziemlich gut reflectierende Streifen noch folgende zwei gefunden:

$$(\bar{7}\bar{9}7) \text{ und } (7\bar{5}\bar{7}),$$

welche meines Wissens nach an Albit noch nicht beobachtet wurden. Ihre Winkel sind:

	Gemessen:	Berechnet ²⁾ :
$(\bar{1}\bar{1}1):(\bar{7}\bar{9}7) =$	$60^\circ 27\frac{1}{2}'$	$60^\circ 33' 3''$
$(7\bar{5}\bar{7}):(\bar{1}0\bar{1})$	$49^\circ 30\frac{1}{2}'$	$49^\circ 22' 48''$

sie sind also sicher, obwohl sie nur an je einem Krystall beobachtet wurden. Schließlich erwähne ich noch, daß ich je zwei Vicinalflächen von $M(0\bar{1}0)$, $T(110)$ und $r(40\bar{3})$ und eine von $z(\bar{1}\bar{3}0)$ gefunden habe, ich lasse jedoch dieselben hier außer acht. Es sind also am Albit von Nadabula zusammen 15 sichere Formen constatiert worden.

Die Prismenzone ist an den größeren Krystallen immer gestreift, oft auch an den kleineren. Die $n(0\bar{2}1)$ -Flächen sind auffallend matt, jedoch eben und von auffallender Beschaffenheit sind noch die unter der Prismenzone, resp. unter $y(20\bar{1})$ liegenden Flächen. Sie sind nämlich oft gekrümmt und mit kleinen dreiseitigen Erhöhungen (wohl Fortwachsungsfiguren) besetzt. Sie waren nur an drei Krystallen meßbar und erwiesen sich als $r(40\bar{3})$. Die $o(\bar{1}\bar{1}1)$ -Flächen sind parallel der Kante Po oft fein gestreift und die $P(001)$ -Flächen gegen die $x(\bar{1}0\bar{1})$ -Flächen hin zumeist facettiert.

Zur Messung dienten nur die kleinsten Krystalle ($\frac{1}{3}$ — $2\frac{1}{2}$ mm) mit meist ganz ebenen und gut reflectierenden Flächen. Flächenteile, welche gestört sind (z. B. die gegen x liegenden Flächenteile von P) wurden durch schwarze Farbe abgeblendet. Als Instrument diente ein Fuess Nr. II, von dessen rectificiertem Zustande ich mich vor und während der Messung nach der üblichen Methode überzeugte. Es ist mir eine angenehme Pflicht, für die Überlassung dieses und anderer Instrumente Herrn Hofrat Prof. J. Krenner auch an dieser Stelle meinen besten Dank auszusprechen. Ich

1) Die hier gebrauchte Buchstabenbezeichnung ist die älteste von Rose. Goldschmidt und auch Hintze gebraucht sie, letzterer jedoch vertauscht l und T .

2) Aus den S. 585 mitgeteilten Constanten.

habe zusammen 25 Krystalle gemessen, an den meisten alle wichtigen Zonen, an fünf Krystallen nur je eine Zone.

Zufolge der vortrefflichen Ausbildung der Krystalle stimmen die meisten gemessenen Winkel sehr gut mit einander überein; ich hielt es daher der

Gemessene Fundamentalwinkel des Albit von Nadabula.

Kr.- Nr.	α	lT	zn	yl	ln	no	lo	xy	Py	lP
1.	290° 0'						{ 98° 23' 98 19 }			
2.	29 56									
4.	29 56½		{ 40° 50½' 40 52½ }	42° 26'	{ 54° 22½' 54 19 }	{ 47° 4' 47 4 }				
6.	{ 29 41½ 29 41½ }									
7.	{ 29 47 29 47 }			42 24	54 48		{ 98 19 98 21½ 98 22 }	450° 4'	97° 55'	69° 9'
9.	29 42½			42 27						
40.	29 51									
44.	29 51½							450 5½	97 54	69 3½
42.		59° 19½'								
44.	29 42	59 12½			54 22	47 2	{ 98 24 98 22 98 21 }			
46.	{ 29 52 29 51 }	{ 59 48 59 21 }		42 29½						
47.	30 4									
48.										
22.	29 50½			42 28			98 22 98 21			
23.										
24.	{ 29 50 29 42 }	59 18½		42 29	54 22	46 59	{ 98 20½ 98 19 }			{ 69 5½ 69 7 69 4½ }

Mühe wert, die Constanten dieses Albit je genauer zu berechnen, also aus je mehr gemessenen Winkeln, was im triklinen System ziemlich umständlich ist. Ein erschwerender Umstand war ferner, daß ich die zu M ge-

messenen Winkel außer acht lassen mußte, weil ich mich gleich bei der Messung der ersten Krystalle überzeugte, daß dieselben, auch wenn sie gute einfache Reflexe geben, gegen die Prismenflächen convergieren. Sie liegen nämlich nicht genau in den Zonen nP , ox , yy , und wo beide M -Flächen ($0\bar{1}0$ und 010) gut ausgebildet sind, so daß sie gut meßbar sind, ist der Winkel um $\frac{1}{2}$ — 4° kleiner als 180° . Die Zwillingwinkel wurden bei der Berechnung mit sehr geringem Gewicht herangezogen, da sie (besonders die einspringenden) erfahrungsgemäß immer von den aus anderen Winkeln berechneten abweichen. Es blieben also zur Berechnung übrig: lT und lx , zn , ferner yl , ln , no und lo , welche ausgeglichen wurden, und Pl , Py und xy ; letztere drei jedoch mit geringerem Gewicht, da P und x Flächen einspringender Winkel sind. Daß die gemessenen Werte dieser Winkel gut mit einander übereinstimmen, zur Berechnung also benutzt werden können, sieht man aus der Tabelle auf S. 584. (Die { Zeichen bedeuten, daß der betreffende Winkel an beiden Individuen des Zwillingkrystalles gemessen wurde.) Den Ausgang der Berechnung bildeten aus lx und lT die übrigen Werte der Prismenzone, dann die Auflösung der sphärischen Dreiecke znl , Mlo , Mln , Mzn , ylh ($h = 100$) MhP , oxy , yPn und so schrittweise weiter, unter fortwährender Ausgleichung der auf mehreren Wegen berechneten Winkel. Die so berechneten Constanten sind:

$$a : b : c = 0,6350 : 1 : 0,5578;$$

$$\alpha = 94^\circ 6', \quad \beta = 116^\circ 36\frac{1}{2}', \quad \gamma = 87^\circ 52'.$$

Die aus ihnen berechneten Winkel mit den gemessenen zusammen sind in folgender Tabelle enthalten, in welcher Kr die Zahl der berechneten Krystalle, n die der gemessenen Kanten, $\pm d$ die mittlere Abweichung der gemessenen Winkel von dem aus ihnen gebildeten Mittel bedeuten¹⁾; in der darauffolgenden Columnne habe ich die beste Messung mitgeteilt im Falle mehr als drei Einzelmessungen vorlagen.

In anbetracht der sehr guten Übereinstimmung der gemessenen Winkel mit den berechneten, muß man diese Constanten als die genauesten des Albit anerkennen. Eine Differenz zwischen Messung und Berechnung finden wir nur bei den Winkeln der M -Fläche und bei den Zwillingswinkeln. Daß erstere abweichen, ist wegen der erwähnten Ausbildung der M -Flächen natürlich. Da dieselben gegen das positive Ende der a -Axe convergieren, müssen die Mx -, Ml -Winkel kleiner sein, als die berechneten, ebenso My , Mr , Mp und auch Mn , aber letzterer schon in geringerem Maßstabe, dagegen müssen die gemessenen Mo und Mx größer sein, als die berechneten. Eine Differenz sollten wir auch bei den MP -Winkeln finden. Daß dies nicht der Fall ist, kommt daher, daß die P -Flächen meist gestört sind und

¹⁾ Diesbezüglich siehe die betreffenden Notizen in meinen Korund- und Hämatit-Arbeiten (diese Zeitschr. I. c.).

Gemessene und berechnete Winkel des Albit von Nadabula.

	Mittel	Kr.	n	$\pm d$	Beste Messung	Berechnet
$Mx = (0\bar{1}0) : (4\bar{3}0)$	25° 42'	8	13	12'	30° 48'	30° 46' 2"
$xl = (1\bar{3}0) : (1\bar{1}0)$	29 50	13	17	4½	29 50	29 49 54
$MI = (0\bar{1}0) : (1\bar{1}0)$	59 43	7	9	6½	60 4	60 5 53
$lT = (1\bar{1}0) : (1\bar{1}0)$	59 48	4	5	2	59 48	59 17 55
$ll = (1\bar{1}0) : (1\bar{1}0)$	59 54	4	4	½	59 53½	59 48 44
$xx = (1\bar{3}0) : (4\bar{3}0)$	119 32½	3	3	4½	119 31½	119 27 56
$l\bar{T} = (1\bar{1}0) : (1\bar{1}0)$	0 37	7	7	7	0 33	0 30 49
$Mo = (0\bar{1}0) : (1\bar{1}1)$	66 34	12	12	4½	66 27½	66 24 25
$ox = (1\bar{1}1) : (1\bar{0}1)$	27 30½	14	19	4	27 25½	27 25 58
$Mx = (0\bar{1}0) : (1\bar{0}1)$	94 4	11	12	5	93 53	93 50 23
$ox = (1\bar{1}1) : (1\bar{0}1)$	49 39	9	14	7	49 40	49 45 12
$oo = (1\bar{1}1) : (1\bar{1}1)$	47 7	8	8	5	47 42	47 44 10
$xx = (1\bar{0}1) : (1\bar{0}1)$	7 52	7	7	4	7 42	7 40 46
$MP = (0\bar{1}0) : (1\bar{1}1)$	60 8	3	3	7	60 46	60 46 28
$Mn = (0\bar{1}0) : (0\bar{2}1)$	46 35½	3	3	3	46 40	46 48 54
$nP = (0\bar{2}1) : (001)$	46 41	2	2	7	—	46 42 10
$MP = (0\bar{1}0) : (001)$	93 34	9	11	4	93 30	93 34 4
$PP = (001) : (001)$	7 42	9	9	3	7 0½	7 2 8
$Px = (001) : (1\bar{0}1)$	52 46½	2	2	10½	—	52 42 46
$Py = (001) : (20\bar{1})$	97 54½	2	2	0½	—	97 52 2
$yx = (20\bar{1}) : (1\bar{0}1)$	150 3	2	2	2	—	150 4 18
$yr = (20\bar{1}) : (40\bar{3})$	46 40	3	3	7	46 38½	46 44 13
$yl = (20\bar{1}) : (1\bar{1}0)$	42 26½	6	6	2	42 29	42 28 42
$ln = (1\bar{1}0) : (0\bar{2}1)$	51 22	4	5	1	54 22½	54 22 24
$no = (0\bar{2}1) : (1\bar{1}1)$	47 4½	3	4	4½	46 58½	46 58 22
$lo = (1\bar{1}0) : (1\bar{1}1)$	98 24	8	12	1½	98 20½	98 20 46
$TP = (110) : (001)$	65 42½	6	6	8	63 40½	65 44 34
$Po = (001) : (1\bar{1}1)$	57 44½	5	6	4½	57 44	57 44 42
$lP = (1\bar{1}0) : (001)$	69 5½	4	5	2	69 5½	69 5 23
$yT = (20\bar{1}) : (110)$	45 52	4	5	7½	45 53	45 51 9
$My = (0\bar{1}0) : (20\bar{1})$	86 37½	1	2	3½	—	87 24 34
$yy = (20\bar{1}) : (20\bar{1})$	5 30	2	2	3	—	5 40 54
$\bar{M}r = (0\bar{1}0) : (40\bar{3})$	86 45½	2	2	42½	—	86 36 2
$rr = (40\bar{3}) : (40\bar{3})$	7 44½	2	2	4½	—	6 47 55
$xo = (1\bar{3}0) : (1\bar{1}1)$	81 42	1	2	1	—	81 38 49
$xn = (1\bar{3}0) : (0\bar{2}1)$	40 51½	1	2	1	—	40 55 4
$n\delta = (0\bar{2}1) : (1\bar{1}2)$	38 46½	1	1	—	—	38 40 34
$\delta o = (1\bar{1}2) : (1\bar{1}1)$	27 38	2	2	1½	—	27 37 3
$\delta P = (1\bar{1}2) : (001)$	30 6½	2	2	6	—	30 4 9
$\delta l = (1\bar{1}2) : (1\bar{1}0)$	83 48	1	1	—	—	83 42 4
$\delta x = (1\bar{1}2) : (1\bar{0}1)$	30 24½	1	1	—	—	30 25 40
$lx = (1\bar{1}0) : (1\bar{0}1)$	114 40	1	1	—	—	114 7 44

der einspringende Zwillingswinkel derselben größer ist, als er sein sollte. Krystalle, an welchen beide M -Flächen gut ausgebildet sind und bis auf einige Minuten 180° mit einander bilden, habe ich nur zwei gefunden, an dem einen ist noch l , am anderen x und o gut ausgebildet, infolgedessen stimmen auch die gemessenen Winkel:

$$\begin{array}{l} Ml = 60^\circ 4' \quad (\text{Krystall 19}) \\ Mx = 30 \ 48 \\ Mo = 66 \ 27\frac{1}{2} \end{array} \quad \left. \vphantom{\begin{array}{l} Ml \\ Mx \\ Mo \end{array}} \right\} (\text{Krystall 18})$$

mit den berechneten sehr gut überein.

Beträchtliche Differenzen finden wir außer PP auch bei den einspringenden xx ; einspringende Winkel weichen jedoch nach meinen Erfahrungen auch bei bestentwickelten Flächen bedeutend von den aus anderen Winkeln berechneten ab. Die Zwillingswinkel yy und rr , welche auspringende sind, differieren auch von den berechneten, jedoch sind diese Flächen — besonders $r(40\bar{3})$, wie schon erwähnt — recht unvollkommen ausgebildet.

Die Differenzen zwischen den gemessenen und berechneten Winkeln sind also Folgen der unvollkommenen Ausbildung der betreffenden Flächen, im übrigen ist die Übereinstimmung so außerordentlich gut, daß von den berechneten Constanten die Axenlängen bis auf $\pm 0,0004$, die Winkel bis auf $\pm 4'$ sicher sind. Da sich ferner der Albit von Nadabula auf chemischem und optischem Wege als reiner Albit erwiesen hat, so sind diese Constanten zugleich die krystallgeometrischen Constanten des Albit im allgemeinen. Unter den bisher publicierten Arbeiten über Albit finden wir die beste Übereinstimmung zwischen Messung und Berechnung bei Des Cloizeaux, seine Werte waren also bisher die zuverlässigsten, um so mehr als sie sich auf viele Messungen stützen; vergleichen wir jedoch seine Winkel mit den von mir ermittelten Werten, so finden wir, daß von seinen Messungen Mx , xl , ll , Mn , MP , yl , lo , Po , PT , also eine beträchtliche Zahl wichtiger Winkel, besser mit den von mir berechneten übereinstimmen, als mit den seinigen.

Budapest, Miner. Institut der Universität.

XXX. Beiträge zur krystallographischen Kenntniss der ungarischen Kupferkiese.¹⁾

Von

B. Mauritz in Budapest.

(Hierzu Taf. XV.)

Im Jahre 1902 betraute mich Prof. J. Krenner mit der Bearbeitung dreier ungarischer Kupferkiese, welche vorher in krystallographischer Hinsicht eingehender noch nicht untersucht wurden. Das Material ist Eigentum des Ungarischen Nationalmuseums und stammt von den Fundorten Botes, Kapnik und Schemnitz.

Kupferkies von Botes.

Bei Botes kommt der Kupferkies in 3—8 mm großen Krystallen vor. Die größeren Exemplare sind mit einem rosenroten Pulver überzogen und geben undeutliche Reflexe; die kleineren hingegen sind gelb oder infolge der oberflächlichen Oxydation violett angelauten und liefern ziemlich gute Resultate.

Beobachtete Formen:

$$\begin{array}{cccccc} p & p_1 & m & e & \approx & \tau \\ \{111\} & \{1\bar{1}1\} & \{110\} & \{101\} & \{201\} & \{605\}. \end{array}$$

An den Bipyramiden zweiter Art ist die Riefung horizontal, an den Bisphenoidflächen erster Art parallel den Flächen der Formen $\{101\}$ und $\{201\}$.

Einfache Krystalle findet man selten; sie sind immer von bipyramidalen Habitus, mit den herrschenden Formen $\{201\}$ und $\{605\}$; die letztere tritt an einem Krystalle auch selbständig auf. Übrigens ist $\{605\}$ nur von zwei

¹⁾ Aus dem ungarischen Original der »Annales historico-naturales Musei Nationalis Hungarici« 1902, 25, 448—476 vom Verf. mitgeteilt.

Fundorten erwähnt: von Kis-Almás durch Franzénau¹⁾ und von Burgoldinghausen durch Souheur²⁾. Die Formen {404} und {440} erscheinen immer nur untergeordnet; letztere mit ziemlich gut glänzenden Flächen.

Gewöhnlicher sind Zwillinge, wo Zwillingsebene eine Fläche des Grundbisphenoids ist, wobei ungleichwertige, positive und negative Bisphenoidflächen zusammenwachsen. Letztere Regelmäßigkeit konnte hier nur ungenau konstatiert werden, da die Unterscheidung der positiven und negativen Bisphenoidflächen nicht sicher möglich ist, doch scheint die positive größer entwickelt und stärker gerieft zu sein.

Sehr gewöhnlich sind aus zwei Individuen bestehende Zwillinge, bei denen an dem einen Individuum die Flächen $\{111\}$, {204}, {605}, {024} und {065}, an dem anderen die vier oberen Flächen von {605} groß entwickelt sind, wobei $\{111\}$ die Zwillingfläche ist.

Die für die Zwillingstellung charakteristischen Winkelwerte sind:

	Beobachtet:	Berechnet:
$(605):(605) =$	$70^{\circ}40'$	$70^{\circ}8'$
$(204):(204)$	$28^{\circ}24'$	$28^{\circ}46'$
$(444):(444)$	$37^{\circ}20'$	$37^{\circ}20'$

Der erste Flächenwinkel ist an jedem Zwillinge zu beobachten, die beiden anderen nur manchmal. Bei einem Zwillinge bestanden beide Individuen nur aus der Form {605}.

Kupferkies von Kapnik.

In kristallographischer Beziehung sehr einfache Kupferkieskrystalle beschrieb von Kapnik Sadebeck³⁾, an denen er auch die regelmäßige Verwachsung mit Fahlerz konstatierte.

Die von mir untersuchten Krystalle bieten ein wirklich prachtvolles und anlockendes Material.

Trotz ihrer Kleinheit sind sie sehr flächenreich. Ihre Oberflächen sind entweder schön gelb oder höchstens bläulichviolett angelauten, aber immer glänzend. Eine Riefung kommt regelmäßig schön ausgebildet nur am positiven Bisphenoid $\{111\}$ und manchmal horizontal in der Zone der Bipyramiden zweiter Art vor.

Die bestimmten Formen sind folgende:

c	m	a	p	p_1	r	t	g	e	τ
{004}	{110}	{100}	{111}	$\{1\bar{1}1\}$	{332}	$\{2\bar{2}4\}$	{203}	{104}	{605}
K	Q	M	ζ	π	ε	δ	h	q	
$\{11.0.9\}$	{504}	$\{14.0.11\}$	{907}	{403}	{705}	$\{10.0.7\}$	{302}	{503}	

1) Ref. diese Zeitschr. 27, 95.

2) Diese Zeitschr. 23, 345.

3) Wiedem. Annalen 1875, 5, 578. Ref. diese Zeitschr. 5, 644.

χ	L	z	R	S	T	W	y	s
{704}	{23.0.12}	{201}	{703}	{502}	{604}	{704}	{313}	{514}
		N	H					
		{9.1.12}	{8.1.10}					

Was den Habitus der Krystalle betrifft, so konnten zwei Typen entschieden werden:

1. Bisphenoidaler Habitus; herrschende Form das positive Bisphenoid {111} mit regelmäßigen Riefungen, die genau bestimmbare Reflexe geben und sich den Bipyramiden {201} und {101} zugehörig erwiesen. Das negative Bisphenoid fehlt ganz oder ist nur mit bedeutend kleineren Flächen entwickelt, stets sehr glatt und glänzend, ohne jedwede Streifung. Die Bipyramiden zweiter Art erscheinen gewöhnlich dicht über einander die Combinationskanten des positiven und negativen Bisphenoids abstumpfend, so daß an den flächenreicheren Krystallen diese Kanten quer abgerundet werden.

2. Bipyramidaler Habitus, bei dem nach abnehmender Rangordnung {201}, {101}, {604}, {403}, {302} und {10.0.7} herrschend auftreten; die übrigen Bipyramiden erscheinen nur vereinzelt in bedeutenderer Entwicklung.

Die Skalenoëder sind immer nur untergeordnet vorhanden.

Was die Entwicklung der einzelnen Formen betrifft, kann ich kurz folgendes erwähnen.

{004} ist ziemlich verbreitet, besonders an den bipyramidalen Individuen, mit sehr kleinen aber glänzenden Flächen; {110} gehört zu den selteneren Formen, gewöhnlich streifenförmig auftretend mit wenig glänzenden Flächen, die horizontal sehr fein gerieft sind. {100} konnte öfters beobachtet werden mit kleinen rhomboidalen Flächen in der Zone der Bipyramiden zweiter Art. {332} und {221} wurden nur je zweimal beobachtet in ganz dünnen Streifen.

Aus der großen Reihe der Bipyramiden zweiter Art ist die wichtigste {201}, fast immer anwesend; an denjenigen Individuen aber, bei denen {111} und {111} fast im Gleichgewicht entwickelt sind, fehlt sie oder ist sehr untergeordnet; an den bisphenoidalen Krystallen, wo {111} allein herrscht, ist sie mit bedeutenden Flächen vertreten; endlich gibt es spitz-bipyramidale Krystalle, denen sie ihren Habitus verleiht.

{101} ist auch eine gewöhnlichere Bipyramide, jedoch nur dreimal in allein herrschender Entwicklung beobachtet; manchmal ist sie parallel mit {111} fein gestreift. {604} gehört zu den gewöhnlichsten Formen, beim bisphenoidalen Habitus stumpft sie fast parallel die Mittelkanten des Bisphenoids {111} ab, an einem Krystalle ist sie mit {201} herrschend entwickelt, was den oben erwähnten spitz-bipyramidalen Habitus zur Folge hat.

{302}, schon von Haidinger¹⁾ erkannt und seitdem noch mehrfach beobachtet, wurde oft, aber nur mit kleinen Flächen, constatirt; etwas seltener, aber mit der vorigen Form zusammen erscheint {403}, unlängst durch Toborffy²⁾ auch am Kupferkies von Pulacayo gefunden.

{605}, am Kupferkies von Botes die gewöhnlichste Form, konnte hier nur in vier untergeordneten feinen Streifen beobachtet werden.

Zwischen {605} und {403} treten noch vier Bipyramiden auf, deren Neigung zur Endfläche nur in den Minuten verschieden ist und die selbst meistens nur streifenartig entwickelt sind; dennoch können dieselben als sicher bestimmte Formen gelten, da sie öfters zugleich vorhanden waren. Die sind die folgenden: {44.0.9}, {504}, {44.0.11} und {907}. Es konnte gemessen werden:

	Beobachtet:	Berechnet:
(44.0.9) : (504)	= 0° 39'	0° 38'
(504) : (44.0.11)	0 32	0 30
(44.0.11) : (907)	0 48	0 47
(907) : (403)	0 58	1 0½

Von diesen vier Bipyramiden scheint {44.0.11} die am meisten verbreitete zu sein, an einem Krystallbruchstücke war sie mit {404}, {411} und {411} sogar herrschend entwickelt; {44.0.9} ist die seltenste. {907} ist schon bekannt von Kis-Almás durch Franzénau³⁾, {504} von Clausthal durch Lüdecke⁴⁾.

Zwischen {403} und {302} wurden zwei Bipyramiden beobachtet: {40.0.7} und {705}, alle zwei auch am Kupferkies von Pulacayo durch Toborffy⁵⁾ gefunden. Die erste Form kommt häufig vor, mit größeren und gut ausgebildeten Flächen, während {705} nur zweimal zu messen war, in einem Falle in der Anwesenheit von {40.0.7}.

	Beobachtet:	Berechnet:
(705) : (40.0.7)	= 0° 35'	0° 33'

Somit bin ich gezwungen {705} auch als sichergestellt zu betrachten.

Die steileren Bipyramiden zwischen {302} und {204} wurden nur sehr selten beobachtet.

{503}, schon durch Lüdecke⁶⁾ am Kupferkies von Clausthal gefunden, war nur an einem Individuum in kleinen Streifen anwesend; {704} durch Franzénau⁷⁾ am Kupferkies von Kis-Almás beobachtet, auch nur an

1. Mem. Wern. nat. hist. Society 1822, 4 und Edinburgh Journal of Science 1825, 3, 68.

2) Diese Zeitschr. 39, 366.

3. Ref. diese Zeitschr. 27, 95.

4) Ref. ebenda 29, 179.

5. Diese Zeitschr. 39, 366.

6. Ref. diese Zeitschr. 29, 179.

7) Ref. ebenda 27, 95.

einem Krystalle mit drei Streifen gefunden; {23.0.12} in der Anwesenheit von {201} nur mit einer, aber großen und sehr glänzenden Fläche.

Endlich zwischen {201} und {604} erscheinen {703} und {502}; die erste an einem Zwillinge mit drei Flächen bestimmbar, von denen die eine ziemlich groß entwickelt war und gut reflectierte; {502} nur mit einer kleinen Fläche vertreten.

Die steilste Bipyramide ist {704} mit zwei guten Flächen meßbar; einmal in der Anwesenheit von {604}.

Nur sehr unsicher bestimmbar waren die Formen {304}, {805}, {42.0.5} und {47.0.9}, die wegen der horizontalen Streifung nicht genau zu messen sind.

Von den Skalenoëdern ist {313} häufig anwesend, meistens in breiteren Streifen, welche die Combinationskanten von {111} und {101} zonal abstumpfen, während die von Phillips¹⁾ erwähnte Form {511}, auch in positiven Oktanten, mit zwei sehr kleinen Flächen angedeutet war.

Nur je an einem Krystalle zu bestimmen waren {9.7.12} und {8.7.10}. Von beiden sind an einem Ende der Hauptaxe je drei kleine, gut reflectierende Flächen²⁾ vorhanden, die etwas weniger glänzend sind, als die sonst stark glänzenden Flächen des Kupferkieses von Kapnik; somit konnten ihre Neigungen sicher gemessen werden; außerdem noch liegt {8.7.10} in der Zone [404 : 111].

Nur sehr unsicher bestimmbar ist das Skalenoëder {434}, da es nur in ganz feinen Streifen angedeutet ist.

Zwillingsgesetze. In Zwillingen ist der Kupferkies von Kapnik viel häufiger ausgebildet, als in einfachen Krystallen.

Allgemein verbreitet ist nur das Zwillingsgesetz: Zwillingssebene eine Fläche des Grundbisphenoids, wobei ungleichwertige Bisphenoidflächen zusammenwachsen, so daß der Zwillingskrystall nach der Zwillingssebene unsymmetrisch ist, da einer positiven Bisphenoidfläche immer eine negative correspondiert. Diese Gesetzmäßigkeit ist hier genau zu constatieren, weil das positive Bisphenoid von dem negativen sich stets äußerlich unterscheidet infolge der Riefungen.

Gewöhnlich ist beim Zwillinge das eine Individuum flächenreich und parallel der Zwillingssebene plattenförmig, wobei an der groß gewachsenen Fläche von {111} parallel mit {101} und {201} eine zierliche und sehr regelmäßige Riefung vorhanden ist; das andere Individuum ist flächenarm — gewöhnlich das positive Bisphenoid groß gewachsen, das negative nur

1) An Elementary Introduction to Mineralogy 1823, 303.

2) Die im ungarischen Texte neu aufgestellten Formen {10.7.13} und {11.7.13} — beide nur in je einer matten Fläche beobachtet — sind jedenfalls mit den genau bestimmten Formen {9.7.12} bezw. {8.7.10} identisch und somit als neue Formen zu streichen. {9.7.12} und {8.7.10} wurden erst bei den weiteren Untersuchungen nach der ungarischen Publication gefunden.

mit kleinen Flächen angedeutet — und ist in das erste eingekellt; diese Zwillinge sind ähnlich denjenigen, welche Sadebeck¹⁾ von Ramberg beschrieben hat.

Die Zwillingsstellung ist gleich zu constatieren durch den Winkel:

	Beobachtet:	Berechnet:
$(111) : (\bar{1}\bar{1}\bar{1})$	$= 37^{\circ} 20'$	$37^{\circ} 20'$

welcher stets ziemlich constant ist.

Nach demselben Gesetze war auch ein einziger Penetrationszwillung gebildet.

Als ein selbständiges Zwillingsgesetz wird bei Mohs²⁾, Zippe³⁾, Hartmann⁴⁾ und Hausmann⁵⁾ das folgende erwähnt: Zwillingaxe parallel einer Polkante von $\{201\}$, Zwillingsebene senkrecht auf dieselbe. Dieses Gesetz kann auch so definiert werden, daß die Zwillingsebene wieder nur eine Fläche des Grundbisphe-noids ist, nur geschieht die Zusammenwachsung in einer Fläche, die auf die Zwillingsebene und auf eine Axenkante von $\{201\}$ senkrecht ist.

In meinem Material haben sich zwei solche Zwillinge befunden, von denen der eine ziemlich gleichmäßig ausgebildet war.

Die Zwillingsstellung wurde auf Grund folgender Winkel festgestellt:

	Beobachtet:	Berechnet:
$(201) : (\bar{2}0\bar{1})$	$= 0^{\circ} 0''$	$0^{\circ} 0''$
$(110) : (\bar{1}\bar{1}0)$	$0 \quad 0$	$0 \quad 0$
$(20\bar{1}) : (\bar{2}0\bar{1})$	$94 \quad 45$	$94 \quad 40\frac{1}{2}$

Derartig ausgebildete Kupferkieszwillinge hat man meines Wissens von keinem Fundorte beschrieben.

Das nach langer Discussion durch Fletcher⁶⁾ festgestellte Zwillingsgesetz: Zwillingsebene eine Fläche von $\{104\}$, wurde auch in einem Falle unzweifelhaft nachgewiesen. Die zwei Individuen sind, wie auch an der Riefung festzustellen möglich ist, nach der Zwillingsebene symmetrisch. Dieser Zwillung ist sehr ähnlich denjenigen, welche Fletcher⁷⁾ von Pool Mines bei Redruth und von der Trevennance Mine, St. Agnes, beschrieben hat.

Die Zwillingsstellung wurde auf Grund folgender Messungen festgestellt:

	Beobachtet:	Berechnet:
$(104) : (\bar{1}0\bar{4})$	$= 1^{\circ} 40'$	$1^{\circ} 42'$
$(10.0.7) : (\bar{1}0.0.7)$	$18 \quad 20$	$18 \quad 22$
$(111) : (\bar{1}\bar{1}\bar{1})$	$1 \quad 24$	$1 \quad 23\frac{1}{2}$

1) Zeitschr. d. d. geol. Ges. 20, 644.

2) Grundriß der Min. 1824, 2, 551.

3) Mohs-Zippe, Naturgeschichte des Mineralreiches 1839, 2, 522.

4) Handwörterbuch der Min. Geogn. 1828, 334.

5) Handbuch der Min. 1847, 2 (4), 139.

6) Diese Zeitschr. 7, 324.

7) Ebenda 7, 321.

Von den übrigen Winkelwerten sind die folgenden bemerkenswert:

	Beob.:	Ber.:		Beob.:	Ber.:
(001):(203) =	33° 49'	33° 48'	(001):(204) =	63° 5'	63° 5'
: (104)	44 35	44 34½	: (703)	66 33	66 29½
: (603)	49 49	49 46½	: (502)	67 59	67 54½
: (11.0.9)	50 49	50 47½	: (604)	80 25	80 24
: (111)	54 20	54 20	: (704)	84 41	84 45
(011):(111)	89 48	89 48½	(313):(004)	46 8	46 5½
(001):(332)	64 25	64 25½	: (104)	43 40	43 40
: (221)	70 44	70 45½	(511):(004)	78 44	78 44½
: (504)	50 59	50 55½	: (100)	45 52	45 54½
: (11.0.11)	54 26	54 25½	(9.1.12):(004)	36 44	36 37½
: (907)	54 43	54 42½	: (111)	32 5	32 40½
: (403)	52 44	52 43½	: (104)	8 49	8 56½
: (705)	54 5	54 3½	: (1.9.12)	44 0	43 46
: (10.0.7)	54 37	54 36½	(8.1.10):(004)	38 30	38 27½
: (302)	55 55	55 55	: (104)	7 45	7 43½
: (503)	58 44	58 39½	: (111)	34 20	34 44½
: (704)	59 52	59 53½	: (1.8.10)	45 0	44 53½
: (23.0.12)	62 3	62 5½			

Kupferkies von Schemnitz.

Über die Krystallformen des Kupferkieses von Schemnitz finden sich bei Sadebeck⁴⁾ kurze Notizen, wo er die regelmäßige Verwachsung mit Fahlerz untersuchte. Er erwähnt nur die Formen {204}, {111} und {111}, die er an ganz durcheinander gewachsenen Zwillingen beobachtet hatte.

Die von mir untersuchten Krystalle sind in jeder Beziehung sehr wechselnd. Meistens sind sie von 5—10 mm Durchmesser, unregelmäßig ausgebildet, die Flächen wenig glänzend, mit brauner oder sogar schwarzer Kruste überzogen und stark gerieft nach mehreren Richtungen. Nur die kleineren, noch glänzenden und gelben Krystalle konnten einer genaueren Messung unterzogen werden.

Die Flächen des Bisphenoids sind parallel mit {104} und manchmal horizontal gerieft; diejenigen von {104} wieder parallel mit {111}; sonst ist an den Bipyramiden zweiter Art ebenfalls eine horizontale Riefung vorhanden.

Die beobachteten Formen:

c	a	m	p	p ₁	d ₁	e	z	T	π
{004}	{100}	{110}	{111}	{111}	{111}	{104}	{204}	{604}	{403}

4) Zeitschr. d. d. geolog. Ges. 21, 632; 24, 427, 444, 459.

i	K	y	Z	F	G
{706}	{102}	{343}	{525}	{444}	{10.4.7}.

Charakteristisch verschiedene Typen kann man nicht unterscheiden, doch gibt es Krystalle von ziemlich ausgesprochenem bisphenoidalen Habitus, mit groß gewachsener {111}, welche parallel mit {101} und horizontal gerieft ist und gegen die Ecken zu sich abrundet; in den tieferen Streifen sind {343} und selten {525} zu erkennen. Die abgerundeten Flächen scheinen den Formen {212} und {221} zugehörig zu sein, wie es an einem deltoiddodekaëderähnlichen Krystalle annähernd bestimmbar war. Es wurde hier gemessen:

	Beobachtet:	Berechnet:
(212):(122) =	25°—29°	27° 43'
(221):(212)	24 — 29	27 21½

Das negative Bisphenoid {444} ist immer untergeordnet entwickelt. An einem ziemlich gut glänzenden, verhältnismäßig flächenreichen Krystalle von bisphenoidalem Habitus wurden folgende Formen gefunden: {111}, {101}, {403}, {525}, {10.4.7}, {444} und {444}; die drei ersten waren mit großen Flächen anwesend, {525} nur mit einer großen, etwas unebenen Fläche. Ebenfalls nur mit je einer, aber gut und groß ausgebildeten Fläche waren {444} und {444} vertreten, erstere durch Greg und Lettsom¹⁾ an englischem Kupferkies bekannt; {10.4.7} mit einer ganz kleinen, aber genaue Reflexe liefernden Fläche.

Die Mehrzahl der Krystalle besteht aus Zwillingen nach {111}; die Regelmäßigkeit, daß positive und negative Bisphenoidflächen zusammenwachsen, ist nicht immer zu beobachten, da beide gerieft sein können; die herrschenden können als positive betrachtet werden.

Die Zwillinge sind fast alle von einem Typus. An dem einen Individuum ist eine positive Bisphenoidfläche, die parallel mit {201} und {101} fein gerieft ist, sehr groß gewachsen und ihr parallel ist die Zwillingfläche; außerdem sind nur zwei größere Flächen von {201} vorhanden; an einem einzigen Zwillinge herrschte {101} allein.

An solchen Zwillingen wurde nur einmal {604} gefunden; an einem anderen {102} und {706}; die erste Form bekannt durch Traube²⁾ von Altenberg, die zweite durch Lüdecke³⁾ von Clausthal und durch Souheur⁴⁾ von Burgholdinghausen.

Endlich konnte {513} einmal mit einer gut entwickelten Fläche gemessen werden; dieselbe ist durch Sadebeck⁵⁾ von Ramberg bei Daaden bekannt.

1) Mineralogie 1858, 338.

2) Die Minerale Schlesiens 1888, 59.

3) Ref. diese Zeitschr. 29, 179.

4) Diese Zeitschr. 28, 545.

5) Zeitschr. d. d. geol. Ges. 20, 595—620.

Gemessene Winkel (in beschränkter Auswahl):

	Beob.:	Ber.:		Beob.:	Ber.:
(004):(102) =	26° 17'	26° 13½'	(513):(111) =	28° 23'	28° 26½'
: (706)	49 4	48 58½	: (201)	40 40	40 39½
(114):(101)	59 21½	59 22	: (004)	59 6	59 9½
: (111)	56 35	56 35½	: (101)	47 5	47 2½
(525):(101)	45 46	45 40¾	(10.4.7):(111)	49 7	49 12
(111):(110)	60 5	60 1½	: (103)	48 44	48 9½
: (101)	89 46	89 43	: (104)	20 38	20 34½
: (114)	60 5	60 1½			

Erklärung der Taf. XV.

Fig. 1, 2 und 6. Einfache Krystalle von Kapnik.

Fig. 5 und 7. Zwillinge nach dem Grundbispheonoid von Botes.

Fig. 4. Zwillling nach {101} von Kapnik.

Fig. 3. Zwillling von Kapnik. Zwillingsaxe parallel einer Polkante von {201},
Zwillingssebene senkrecht auf dieselbe.

Mineralogisch-petrographisches Institut der Universität.

XXXI. Krystallographische Untersuchung einiger organischer Substanzen.

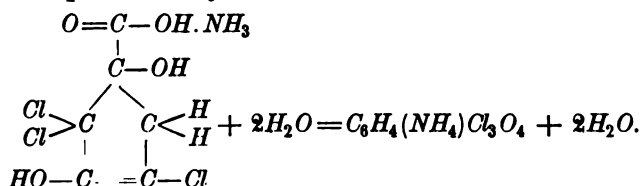
Vierte Reihe.

Von

J. Beckenkamp in Würzburg.

(Mit 4 Textfiguren.)

1. Trichlor-R-pentendioxycarbonsaures Ammonium



Dargestellt von A. Hantzsch (vgl. Ber. d. d. chem. Ges. 1887, 20, 2783).

Aus Phenol schieden sich wasserklare, nach der verticalen Axe prismatische Krystalle von 3—4 mm Länge und etwa 1 mm Dicke aus mit den Formen {111}, {100}, {110}, {230}, {210}, {1.20.0}.

Krystallsystem: Rhombisch bipyramidal.

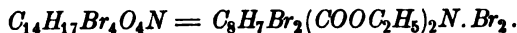
$$a : b : c = 0,7900 : 1 : 0,3042.$$

Die Messung ergab:

	Gemessen:	Berechnet:
(111):($\bar{1}\bar{1}\bar{1}$) =	*40° 6'	40° 7'
(111):($\bar{1}\bar{1}1$)	*51 52	51 50
(111):(1 $\bar{1}1$)	*34 25	34 26
(100):(110)	38 17	38 18
(110):(1 $\bar{1}$ 0)	76 30	76 37
(110):(230)	11 40	11 32
(100):(210)	21 28	21 33
(100):(1.20.0)	86 28	86 23

Ebene der optischen Axen: {100}. $2E = 84^\circ$ ca.

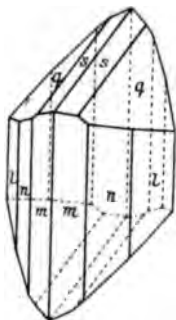
2. Dibrom-Collidindicarbonsäureäther-Dibromid



Schmelzpunkt 402° C.

Dargestellt von A. Hantzsch (vgl. Liebigs Annalen d. Chem. 1882, 215, 47).

Fig. 4.



Die aus Äther oder Alkohol umkrystallisierte Substanz bildet farblose, nach der verticalen Axe prismatische Krystalle von 2—3 mm Länge und etwa 1 mm Durchmesser mit den Formen $m\{110\}$, $n\{120\}$, $l\{130\}$, $q\{011\}$, $s\{012\}$; als sehr schmale Streifen wurden beobachtet: $b\{010\}$, $a\{100\}$, $c\{001\}$ (vgl. Fig. 4).

Krystallsystem: Monoklin prismatisch.

$$a : b : c = 0,7123 : 1 : 0,8252;$$

$$\beta = 69^\circ 53'.$$

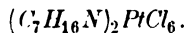
Infolge großer Neigung zur Bildung vicinaler Flächen stimmen die Winkel bei verschiedenen Krystallen und somit auch die gemessenen und berechneten Werte nicht gut überein.

Die Beobachtung ergab:

	Gemessen:	Berechnet:
$m : m = (110) : (\bar{1}\bar{1}0) =$	$*67^\circ 33'$	—
$m : s = (110) : (012)$	$*62 \quad 8$	—
$m : s = (110) : (0\bar{1}2)$	$*86 \quad 14$	—
$a : c = (100) : (001)$	$69 \quad 20$	$69^\circ 53'$
$b : s = (010) : (012)$	$67 \quad 55$	$68 \quad 49$
$b : q = (010) : (011)$	$51 \quad 30$	$50 \quad 28$
$b : l = (010) : (130)$	$35 \quad 59$	$36 \quad 47$
$m : n = (110) : (120)$	$20 \quad 15$	$19 \quad 27$
$m : l = (110) : (130)$	$28 \quad 37$	$29 \quad 44$

Auslöschung auf Bruchflächen, die annähernd senkrecht zur verticalen Axe verlaufen, parallel zur Kante der Bruchfläche mit $\{010\}$, auf $\{120\}$ etwa 20° gegen die Verticale.

3. Trimethylpyrrolidinammonium-Platinchlorid



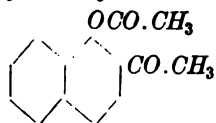
Dargestellt von J. Tafel (Ber. d. d. chem. Ges. 31, 942).

Aus Lösung in verdünnter Salzsäure scheiden sich gut ausgebildete orangefarbene Krystalle ab.

Krystallsystem: Regulär.

Beobachtete Formen: $\{111\}$ und $\{100\}$.

4. Oxynaphtylmethylketon-Acetylderivat



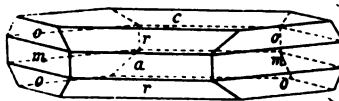
Dargestellt von Blackler (Inaug.-Dissert. d. Univ. Würzburg 1905).

Gemessen von W. Graf.

Schmelzpunkt 107° C.

Nach $c\{001\}$ dünntafelförmige, nach der b -Axe etwas verlängerte wasserklare Kryställchen mit einem größten Durchmesser von etwa 2—3 mm und den Formen $c\{001\}$, $m\{110\}$, $o\{221\}$, $a\{100\}$, $r\{102\}$ (vgl. Fig. 2).

Fig. 2.



Krystalssystem: Rhombisch bipyramidal.

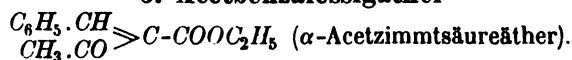
$$a : b : c = 0,98327 : 1 : 1,0537.$$

	Gemessen:	Berechnet:
$m : a = (110) : (100) =$	$*44^{\circ}34'$	—
$c : r = (001) : (102) =$	$*28\ 11$	—
$m : o = (110) : (221) =$	$17\ 54$	$18^{\circ}24'$
$a : o = (100) : (221) =$	$47\ 17$	$47\ 25$
$r : o = (102) : (221) =$	$54\ 40$	$53\ 17$

Die Fläche $c\{001\}$ ist parallel zur Brachydiagonale gestreift; vollkommen spaltbar nach $a\{100\}$.

Optische Axenebene $a\{100\}$. Die Axenbilder treten auf $\{001\}$ am Rande des Gesichtsfeldes aus.

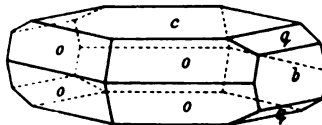
5. Acetbenzalessigäther



Dargestellt nach den Angaben von Claisen und Matthews (Liebigs Annalen der Chemie 1883, 218, 177) von E. Pinoff. Schmelzpunkt 59° bis 60°; leicht löslich in Chloroform.

Die von Claisen und Matthews dargestellten Krystalle sind bereits von C. Bodevig untersucht worden. Dessen Winkelangaben in Liebigs Annalen 218, 178 sind jedoch nicht vollständig und in dieser Zeitschrift nicht erwähnt. Die von E. Pinoff dargestellten Krystalle wurden von W. Graf im hiesigen mineralogischen Institute gemessen.

Fig. 3.



Es wurden dieselben Formen beobachtet wie bei den früher dargestellten Krystallen: $c\{001\}$, $o\{111\}$, $b\{010\}$, $q\{012\}$ (vgl. Fig. 3).

Die Krystalle sind dünntafelförmig nach (004).

Krystallsystem: Rhombisch bipyramidal.

$$a : b : c = 0,4457 : 1 : 0,9624.$$

Die Winkelbestimmung ergab:

Graf			
	Gemessen:	Berechnet:	Bodewig:
$o : o = (111) : (\bar{1}\bar{1}1) =$	$*44^{\circ} 3'$	—	$44^{\circ} 8'$
$c : o = (004) : (111)$	$*67 \ 4$	—	$67 \ 4$
$o : o = (111) : (\bar{1}\bar{1}1)$	$114 \ 55$	$114^{\circ} 34'$	—
$c : q = (004) : (012)$	$25 \ 48$	$25 \ 42$	—
$q : o = (012) : (111)$	$59 \ 1$	$59 \ 4$	—

Optische Axenebene {010}.

6. Dioxyindol (Hydrindinsäure) $C_8H_7NO_2$.

Dargestellt von J. Tafel, gemessen von R. C. Stuer.

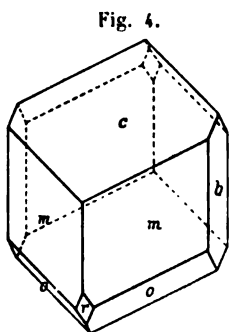


Fig. 4.

Die Krystalle von Dioxyindol wurden bereits von Rammelsberg (Journ. f. prakt. Chem. 1866, **97**, 67) untersucht; bei seinen Krystallen waren jedoch nur die Flächen der Prismenzone meßbar. »Die Krystalle scheinen zwei- und eingliedrig zu sein, und würde $a : b = 1,012 : 1$ sein.«

Die uns vorliegenden gelblichen Krystalle zeigten die Flächen: $c\{004\}$, $m\{110\}$, $o\{\bar{1}\bar{1}1\}$, $b\{010\}$, $r\{204\}$ (vgl. Fig. 4).

Krystallsystem: Monoklin.

$$a : b : c = 1,0129 : 1 : 1,0000; \beta = 54^{\circ} 5'.$$

Die Beobachtung und Berechnung ergab:

Stuer.			
	Gemessen:	Berechnet:	Rammelsberg:
$m : m = (110) : (\bar{1}\bar{1}0) =$	$*79^{\circ} 14'$	$79^{\circ} 13' 20''$	$78^{\circ} 40'$
$m : b = (110) : (010)$	$50 \ 23$	$50 \ 23$	$50 \ 40$
$m : c = (110) : (004)$	$63 \ 30$	$64 \ 6$	$63 \ 0 \text{ ca.}$
$c : o = (004) : (\bar{1}\bar{1}1)$	$70 \ 48$	$69 \ 43$	—
$o : m = (\bar{1}\bar{1}1) : (\bar{1}\bar{1}0)$	$*46 \ 12$	$46 \ 11 \ 40$	—
$o : m = (\bar{1}\bar{1}1) : (110)$	$*80 \ 52$	$80 \ 51 \ 30$	—
$o : b = (\bar{1}\bar{1}1) : (010)$	$48 \ 7$	$48 \ 8$	—
$o : o = (\bar{1}\bar{1}1) : (\bar{1}\bar{1}1)$	$*83 \ 45$	$83 \ 44 \ 30$	—
$o : r = (\bar{1}\bar{1}1) : (204)$	$51\frac{1}{2} \text{ ca.}$	$55 \ 36$	—

Die Fläche $r\{204\}$ war nur schlecht meßbar.

Auslöschung auf $c\{004\}$ diagonal, auf $m\{110\}$ 16° gegen die Verticale.

XXXII. Auszüge.

1. G. W. A. Kahlbaum, K. Roth und P. Siedler (in Basel): Über Metalldestillation und destillierte Metalle (Zeitschr. f. anorg. Chemie 1902, 29, 177—294).

Nach einem historischen Überblick über Metalldestillation beschreibt Verf. den zu seinen Versuchen benutzten Apparat, der aus einer Kahlbaumschen, selbsttätigen Quecksilberluftpumpe, einem Volumeter und dem eigentlichen Destillierapparate besteht.

Als allgemeine Aufgabe wird die Darstellung möglichst reiner Metalle durch Vacuumdestillation bezeichnet. Die Möglichkeit, dieses Ziel zu erreichen, wird damit begründet, daß auf dem angegebenen Wege die zu reinigenden Metalle mit einem Minimum von anderen Substanzen in Berührung kommen. Tatsächlich bewiesen Versuche, z. B. an dem sehr reinen Krystallgold von Dr. E. de Trey, daß nach der Destillation noch geringe Mengen von Verunreinigungen hinterbleiben, welche auf chemischem Wege kaum hätten nachgewiesen werden können. Ebenso zeigte durch Destillation gereinigtes Tellur 46 (ihm natürlich nicht angehörige) Spectrallinien weniger, als vor dem Destillieren. Der höchste Reinheitsgrad ist demnach dann erreicht, wenn das Spectrum eines Stoffes vor und nach der Destillation das gleiche geblieben ist.

An den zweimal destillierten und dann zur Erreichung einer compacten Masse im Vacuum geschmolzenen Metallen wurde 1) das specifische Gewicht, 2) die specifische Wärme und 3), soweit es möglich war, die Krystallform bestimmt.

Die specifischen Gewichte nochmals zu bestimmen, ist nach Ansicht der Verf. nicht überflüssig, da, wie an dem vorhandenen Zahlenmaterial gezeigt wird, selbst das specifische Gewicht eines so handlichen Körpers wie Kupfer, noch nicht auf drei Einheiten der 2. Decimale sicher ist. Und da das specifische Gewicht meist nur ein Ausdruck für die Eigenschwere einer bestimmten Individualität ist, z. B. für die des gegossenen oder die des gehämmerten Kupfers, so ist das specifische Gewicht des Elementes Kupfer geradezu unbekannt und jedenfalls nicht gleich dem Mittelwerte der specifischen Gewichte des in verschiedener Weise behandelten Kupfers.

Verf. bestimmt daher auch immer das specifische Gewicht des in Ricinusöl mit etwa 10000 Atm. gepreßten Metalles. Die Schwankungen der specifischen Gewichte bei verschiedenen Proben des gleichen Metalles sind nach dem Pressen nicht mehr so groß als zuvor.

Verf. prüft dann die zu Gebote stehenden Methoden zur specifischen Gewichtsbestimmung, und gibt vor der volumetrischen und archimedischen der pyknometrischen entschieden den Vorzug. Indeß gestaltet sich nach den sehr

genauen Untersuchungen der Verff. auch die letztgenannte Methode nicht so leicht ausführbar und zuverlässig, als gewöhnlich angenommen wird. Der Verdampfungsverlust kommt an einem Kahlbaumschen Pyknometer unter der von den Verff. angegebenen Behandlungsweise der Schliffstelle und Capillare erst in der 5. Decimale bei der Wägung in Betracht. Bei Anwendung des allerdings extrem schweren Goldes ergab aber ein Versuch mit 4,6727 g Metall für eine Gewichts-differenz des verdrängenden Wassers von nur 0,0004 g eine Änderung des spec. Gew. von 0,0223, mit 4,7334 g Gold eine Änderung von 0,0082, also Werte, welche die zulässige Fehlergrenze überschreiten. Die Anwendung von möglichst großen Metallmassen, sowie Benutzung schwerer Flüssigkeiten statt Wassers als Verdrängungsmittel, würden die Fehlergrenze herunterdrücken.

Doch werden durch schwere Flüssigkeiten eine solche Menge von neuen Fehlerquellen und Unannehmlichkeiten beim Arbeiten erzeugt: leichte Zersetzbarkeit, Reaction mit der zu untersuchenden Substanz, Auskrystallisieren bei geringen Temperaturschwankungen, bedeutende Wärmeausdehnung, daß die Verff. doch wieder zu Wasser als Verdrängungsflüssigkeit zurückgriffen. Trotzdem wurde eine Anzahl derartiger Flüssigkeiten dargestellt und deren physikalisch wichtige Constanten bestimmt. Bei der Bestimmung der Brechungsindices dieser Lösungen gelangten außer den gebräuchlichen Spectrallinien von Natrium und Wasserstoff auch die des Heliumspectrum zur Anwendung, das durch folgende Linien ausgezeichnet ist:

Rot I:	707 $\mu\mu$	Grün:	502 $\mu\mu$
- II:	668 -	Blaugrün:	492 -
Orange:	588 -	Blau:	474 -
		Violett:	447 -

Borwolframsaures Baryum $9WO_3.B_2O_3.2BaO + 48aq.$

Nach Gisevius (Dissert. S. 35) tetragonal. $a:c = 1:1,4068.$

Aus diesem Salze erhält man durch Umsetzung mit den entsprechenden Metallsulfaten die folgenden Salze:

Borwolframsaures Cadmium $9WO_3.B_2O_3.2CdO + 48aq.$

Nach Klein (Ann. Chim. Phys. 1883, 28; Bull. soc. min. France 1884, 4) je nach Wassergehalt rhombisch oder asymmetrisch.

Dichte der gesättigten Lösung: $S_{40}^{15,60} = 3,2887.$

Brechungsindices:

$$\left. \begin{array}{l} n_{Ha} 20^\circ = 1,5784 \\ n_{Na} 20^\circ = 1,5836 \\ n_{H\beta} 20^\circ = 1,5980 \end{array} \right\} \text{ bei einer Dichte der Lösung: } S_{40}^{16,60} = 3,1203.$$

Borwolframsaures Kupfer $9WO_3.B_2O_3.2CuO + 49aq.$

Brechungsindices:

$$\left. \begin{array}{l} n_{He \text{ orange}} 20^\circ = 1,5812 \\ n_{He \text{ grün}} 20^\circ = 1,5922 \\ n_{H\beta} 20^\circ = 1,5944 \\ n_{He \text{ blaugrün}} 20^\circ = 1,5949 \\ n_{He \text{ blau}} 20^\circ = 1,6035 \end{array} \right\} \text{ bei einer Dichte der Lösung von } S_{40}^{15,60} = 3,0085.$$

Aus $n_{H\beta}$, $n_{He \text{ grün}}$, $n_{He \text{ blau}}$ wurde nach Cauchys Formel der Index der D-Linie berechnet zu:

$$n_{Na} 20^\circ = 1,5810.$$

Borwolframsaures Nickel $9WO_3 \cdot B_2O_3 \cdot 2NiO + 28 \text{ aq.}$

Dichte der gesättigten Lösung: $S_{40}^{190} = 3,32-3,34$.

Die Lösung absorbiert fast das ganze Rot und Gelb des Spectrums.

Brechungsindices:

$$\left. \begin{array}{l} n_{He \text{ orange } 20^\circ} = 1,4946 \\ n_{He \text{ blaugrün } 20^\circ} = 1,5037 \\ n_{He \text{ blau } 20^\circ} = 1,5046 \\ n_{H\beta \text{ } 20^\circ} = 1,5047 \end{array} \right\} \text{ bei einer Dichte der Lösung: } S_{40}^{15,750} = 2,2959.$$

Aus $n_{He \text{ orange}}$ und $n_{He \text{ blau}}$ wurde n_{Na} berechnet:

$$n_{Na \text{ } 20^\circ} = 1,4945.$$

Borwolframsaures Kobalt $9WO_3 \cdot B_2O_3 \cdot 2CoO + 18 \text{ aq.}$

Dichte der gesättigten Lösung: $S_{40}^{190} = 3,36-3,37$.

Wegen der geringen Lichtdurchlässigkeit sind die Werte der Brechungsindices nur angenähert.

$$\left. \begin{array}{l} n_{He \text{ rot II}} = 1,592 \\ n_{He \text{ orange}} = 1,598 \end{array} \right\} \text{ Dichte der Lösung: } S_{40}^{19,20} = 3,4369.$$

Daraus berechnet sich:

$$\begin{array}{l} n_{H\beta \text{ } 20^\circ} = 1,6109 \\ n_{Na \text{ } 20^\circ} = 1,5981. \end{array}$$

Borwolframsaures Uran $(9WO_3 \cdot B_2O_3)_2 (U_2O_3)_3 \cdot 7H_2O + 23 \text{ aq.}$
(Formel unsicher.)

Dichte der gesättigten Lösung: $S_{40}^{20,50} = 1,9442$.

Brechungsindices:

$$\left. \begin{array}{l} n_{Ha \text{ } 20^\circ} = 1,4542 \\ n_{Na \text{ } 20^\circ} = 1,4573 \end{array} \right\} \text{ Dichte der Lösung: } S_{40}^{20,50} = 1,9442.$$

Thalliumäthylat $C_2H_5 \cdot OTl$.

Dichte: $S_{40}^{200} = 3,522$; $S_{40}^{00} = 3,562$.

$$\begin{array}{ll} \text{Brechungsindices: } n_{Ha \text{ } 20^\circ} & = 1,6710 \\ n_{Na \text{ } 20^\circ} & = 1,6826 \text{ (berechnet)} \\ n_{H\beta \text{ } 20^\circ} & = 1,7112 \\ n_{He \text{ rot II } 20^\circ} & = 1,6714 \\ n_{He \text{ orange } 20^\circ} & = 1,6824 \\ n_{He \text{ grün } 20^\circ} & = 1,7056 \\ n_{He \text{ blau } 20^\circ} & = 1,7115 \end{array}$$

Die Dispersion ist noch größer als bei Schwefelkohlenstoff.

Thalliumamylat $C_5H_{11} \cdot OTl$ (Thalliumisobutylcarbinol).

Dichte: $S_{40}^{00} = 2,465$.

Thouletsche Lösung:

$$\left. \begin{array}{l} n_{Ha \text{ } 20^\circ} = 1,7007 \\ n_{Na \text{ } 20^\circ} = 1,7161 \\ n_{H\beta \text{ } 20^\circ} = 1,7614 \end{array} \right\} \text{ Dichte der Lösung: ca. } 3,4.$$

Die spezifischen Wärmen wurden in Parallelversuchen mit je einem Eis-

calorimeter von Bunsen und Schuller-Wartha bestimmt. Infolge einer Verbesserung der Ablesungsgenauigkeit des ersteren ergaben beide fast identische Resultate.

Resultate.

Kupfer. Das destillierte Metall setzt sich an den Wänden des Gefäßes als hellrotes Blech ab, welches mit mikroskopischen Kryställchen der Combination $\{111\}$ (vorherrschend), $\{100\}$ und $\{011\}$ (selten) bedeckt ist.

	Ungepreßt:	Gepreßt (10000 Atm.):
$S_{40}^{200} =$	8,93258	8,93764
Spec. Wärme:	0,09272	0,09266

Silber. Man erhält auch hier kleine Krystalle der Combination $\{111\}$ und $\{100\}$. Selten wurde ein Pyramidenoktaeder beobachtet, dem wahrscheinlich das Zeichen $\{221\}$ zukommt.

	Ungepreßt:	Gepreßt:
$S_{40}^{200} =$	10,4923	10,5034
Spec. Wärme:	0,05608	0,05623

Gold. Das sehr schwer flüchtige Metall gibt beim Destillieren fein krystallinische Beschläge, die wahrscheinlich aus verzerrten Oktaedern bestehen.

	Ungepreßt:	Gepreßt:
$S_{40}^{200} =$	18,8840	19,2685
Spec. Wärme:	0,0309	0,03087

Blei. Das destillierte Metall ist heller und weicher als gewöhnliches Blei. Es wurden manchmal schöne spiegelnde Krystalle bis 2,5 mm Größe und der Combination $\{111\}$ und $\{100\}$ erhalten.

	Ungepreßt:	Gepreßt:
$S_{40}^{200} =$	11,3415	11,3470
Spec. Wärme:	0,03053	0,03083

Zink. Selten sehr kleine rhomboëdrische Krystalle (0,1 mm dick), Combination von Basis mit zwei Rhomboedern verschiedener Stellung, von denen das eine das andere gerade abstumpft. Manchmal wurden auch Packete von sehr kleinen, nach der Basis mit einander verwachsenen Krystallen beobachtet, die sich gelegentlich zu sechsseitigen Spießen mit gestreiften Seiten verlängern. Messungen konnten an den kleinen Gebilden nicht vorgenommen werden. Endlich wurden auch die schon von Williams und Burton beschriebenen polyëdrischen Aggregate beobachtet.

	Ungepreßt:	Gepreßt:
$S_{40}^{200} =$	6,9225	7,1272
Spec. Wärme:	0,0939	0,0940

Cadmium. Es wurden Krystalle der Combination $\{10\bar{1}0\}$, $\{10\bar{1}1\}$ und $\{20\bar{2}1\}$ (?) beobachtet (die letzte Form ist von den Verff. nicht aufgeführt, und nur aus ihrer Skizze entnommen).

$$(10\bar{1}1):(01\bar{1}1) = 54^{\circ} 24'; \quad (0001):(10\bar{1}1) = 65^{\circ} 6'.$$

$a:c = 1:1,910$, als Mittel von beiden angegebenen Winkeln.

Geht man von Termiers Pyramide aus, so wird die hier beobachtete $\{30\bar{3}2\}$, die von Williams $\{50\bar{5}4\}$. Termier nimmt eine Pyramide als $\{10\bar{1}1\}$,

um die Beziehungen zu dem von Williams und Burton gemessenen Zink hervortreten zu lassen. Die krystallographischen Beziehungen der Reihe sind:

	(0004) : (10 $\bar{1}$ 1)	$a : c$	
Be	61° 16 $\frac{1}{2}$ '	1 : 1,580	Brögger u. Flink, diese Zeitschr. 1884, 9, 225.
Mg	62 9	1 : 1,639	Des Cloizeaux, diese Zeitschr. 1881, 5, 416.
Zn	57 26 $\frac{1}{2}$	1 : 1,356	Williams u. Burton, d. Ztschr. 1892, 20, 285.
Cd	57 2	1 : 1,335	Termier, diese Zeitschr. 1902, 35, 644.

	Ungepreßt:	Gepreßt:
$S_{40}^{20} =$	8,6482	8,6477
Spec. Wärme:	0,0559	0,0560

Tellur. Das sehr hoch destillierende Tellur bildet einen goldgelben Dampf mit ausgezeichnetem Absorptionsspectrum.

Man erhält säulenförmige kleine Krystalle, welche als Endflächen ein positives und ein negatives Rhomboëder tragen.

	Gemessen:	Berechnet:
(100) : (2 $\bar{1}$ 1) =	33° 21'	33° 4 $\frac{1}{2}$ '
(100) : (010)	93 30	93 3
(100) : (110)	49 28	49 32

Die berechneten Werte wurden aus dem von G. Rose bestimmten Axenverhältnisse $a : c = 1 : 1,3298$ abgeleitet.

Das Tellur spaltet ausgezeichnet nach dem hexagonalen Prisma.

$S_{40}^{20} =$	6,2354.
Spec. Wärme:	0,0487.

Antimon. Es wurden häufig gut ausgebildete, rhomboëdrische Krystalle erhalten.

	Gemessen:	Berechnet:
(111) : (100) =	56° 3'	56° 48'
(111) : (1 $\bar{1}$ 1)	71 50	71 53
(100) : (010)	92 15	92 53
(111) : (1 $\bar{1}$ 1)	111 10	110 47 $\frac{1}{2}$

	Ungepreßt:	Gepreßt:
$S_{40}^{20} =$	6,6178	6,6909
Spec. Wärme:	0,0497	0,0496

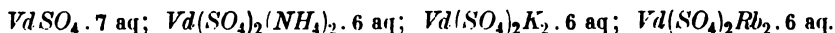
Wismut. Das Metall wurde nur in krystallinischen Aggregaten, nicht meßbaren Krystallen erhalten.

$S_{40}^{20} =$	9,7844.
Spec. Wärme:	0,0305.

Ref.: H. Steinmetz.

2. A. Piccini und L. Marino (in Mailand): Über einige Vanadinverbindungen der Form $Vd X_2$ (Zeitschr. f. anorg. Chemie 1902, 32, 55–71).

Durch elektrolytische Reduction stellen die Verff. violette Lösungen des zweiwertigen Vanadins her. Nach dem Verdunsten der Lösungen im Vacuum, wobei sorgfältig jede Berührung mit Luft ausgeschlossen werden muß, erhielten sie folgende Körper in Krystallen:



Das sehr leicht oxydierbare, violette Vanadosulfat scheint krystallographisch dem Eisensulfat, Melantherit, analog zu sein. Die optische Untersuchung ergab die Zugehörigkeit zum monoklinen System, was auch durch Winkelmessungen, so weit sie an dem leicht zersetzbaren Präparate möglich waren, bestätigt werden konnte.

Die Doppelsalze sind beständiger, auch etwas anders gefärbt. Sie krystallisieren monoklin, und nach angenäherten krystallographischen Bestimmungen scheinen sie zu der isomorphen Gruppe der analog zusammengesetzten Doppelsulfate zweiwertiger Metalle zu gehören.

Zum Nachweise des Isodimorphismus von Vanadosulfat mit den Vitriolen der Magnesiumreihe versuchten die Verff. Mischkrystalle mit Magnesium- und Eisensulfat darzustellen. Mit beiden Metallen wurden je drei Lösungen im Verhältnis von $Vd : Fe$ bzw. $Mg = 1 : 1, 1 : 5, 5 : 1$ dargestellt, und von jeder dieser Lösungen in der Regel zwei Krystallfractionen untersucht. Die Zahlen in folgender Tabelle geben den Procentgehalt der Mischkrystalle an den zwei Sulfaten an.

	1 $Vd : 1 Mg, Fe$		1 $Vd : 5 Mg, Fe$		5 $Vd : 1 Mg, Fe$	
	1. Fraction:	2. Fract.:	1. Fract.:	2. Fract.:	1. Fract.:	2. Fract.:
$VdSO_4 \cdot 7 aq$	53,70	36,64	20,6	22,16	81,8	—
$MgSO_4 \cdot 7 aq$	46,30	63,36	79,4	77,84	18,2	—
Krystallsystem:	monoklin	rhombisch	rhombisch	rhombisch	monoklin	
$VdSO_4 \cdot 7 aq$	33,34	—	6,75	9,55	70,00	—
$FeSO_4 \cdot 7 aq$	66,66	—	93,25	90,45	30,00	—
Krystallsystem:	monoklin		monoklin	monoklin	monoklin	

»Das Vanadosulfat vermag sich also in homogenen Krystallen mit den anderen Vitriolen in den verschiedensten Verhältnissen abzuscheiden, indem es die Krystallgestalt des überwiegenden Vitrioles annimmt, wenn diese von seiner eigenen abweicht.«

Die Herstellung von Vanadochlorid gelang den Verf. nicht. Im übrigen werden in der Arbeit noch rein chemische Verhältnisse des zweiwertigen Vanadins besprochen.

Ref.: H. Steinmetz.

3. W. E. Binger (in Amsterdam): **Mischkrystalle von Schwefel und Selen** (Zeitschr. f. anorg. Chemie 1902, 32, 182—218).

Die Arbeit wurde unternommen, um B. Roozebooms Theorie der Mischkrystalle einmal an einem anderen System von Körpern als einem Salzpaar zu prüfen. Es folgt zuerst eine historische und kritische Besprechung der schon über diesen Gegenstand vorhandenen Arbeiten, besonders der von Bettendorf, Muthmann, Ditte und Kuntze. Dann werden die Bestimmungen der Schmelzpunkte einer Reihe von Mischungen aus Selen und Schwefel mit Thermometer und Dilatometer ausführlich mitgeteilt und in einer genau discutierten Kurventafel zusammengestellt. In dem Auftreten eines 3. Typus an den Enden zwischen zwei isomorphen Reihen besteht das Charakteristische des untersuchten Falles, der das erste Beispiel eines von Roozeboom möglich erachteten Erstarrungstypus ist.

Eine Umwandlung in der festen Phase, wie bei Schwefel, wurde nur innerhalb eines bestimmten, nicht sehr weiten Gebietes der Mischkrystalle beobachtet und die Umwandlungspunkte auf dilatometrischem Wege bestimmt.

Um aus dem Gleichgewichte zwischen Lösung und den daraus ausgeschiedenen Krystallen die Mischfähigkeitsgrenzen der verschiedenen Krystallarten bei niedriger Temperatur zu bestimmen, wurden Löslichkeitsbestimmungen in Schwefelkohlenstoff gemacht. Interessant ist dabei folgende Erscheinung: Während reiner, oder mit Schwefel gesättigter Schwefelkohlenstoff nur etwa $\frac{1}{1000}$ seines Gewichtes Selen zu lösen vermag, erhält man beim Lösen von Mischkrystallen mit 30 bis 40 Atomprozent Se, bis zu 10/100 ige (Gewichtsprocente) Lösungen.

Der Verf. stellt seine Resultate in folgenden Sätzen zusammen:

1. Geschmolzenes Selen und flüssiger Schwefel sind in jedem Verhältnisse mischbar. Die geschmolzene Masse ist aber, sobald der Selengehalt etwa 10% übersteigt, schwierig zur Krystallisation zu bringen. Die auch bei ganz langsamem Abkühlen amorph erstarrenden selenreichen Mischungen können nur nach stundenlangem Erhitzen auf eine dem Schmelzpunkte nahe gelegene Temperatur völlig krystallinisch gemacht werden.

2. Die krystallinisch gewordenen Mischungen bilden höchstwahrscheinlich immer nur Mischkrystalle, wie sich aus den Schmelzlinien ergeben hat; keine Andeutung für eine chemische Verbindung wurde gefunden.

3. Aus den geschmolzenen Mischungen bilden sich drei Reihen von Mischkrystallen: a) Monokline Mischkrystalle (vom monoklinen Schwefeltypus) mit 0—27 Atomprozenten Selen. b) Monokline Mischkrystalle (zweite monokline Form Muthmanns?) mit etwa 50—82 Atomprozenten Selen. c) Hexagonal-rhomboëdrische Mischkrystalle (Typus des metallischen Selen) mit \pm 87—100 Atomprozenten Selen.

4. Bei den Krystallen der ersten Reihe hat sich gezeigt, daß sie unterhalb gewisser Temperaturen eine Umwandlung erleiden in rhombische Krystalle, ähnlich der Umwandlung des monoklinen Schwefels in die rhombische Modification. Diese Temperaturen liegen zwischen 95,5° und \pm 75°.

Bei den anderen Reihen von Mischkrystallen hat sich keine derartige Umwandlung gezeigt.

5. Bei gewöhnlicher Temperatur (25°) bestehen: a) Eine Reihe rhombischer Mischkrystalle mit 0 — \pm 40 Atomprozenten Selen; b) eine Reihe Mischkrystalle mit 55—75 Atomprozenten Selen; c) eine Reihe von Mischkrystallen der 3. Reihe mit 90—100 Atomprozenten Selen.

Alle diese Grenzen sind nur ziemlich rohe Annäherungen.

Ref.: H. Steinmetz.

4. H. Erdmann (in Berlin): Über das Wesen des metallischen Zustandes (Zeitschr. f. anorg. Chemie 1902, 32, 404—406).

Verf. hat schon im Jahre 1892 gelegentlich einer Besprechung der wissenschaftlichen Arbeiten Werner von Siemens (Zeitschr. f. Naturwissenschaften 65, 1902, 379—396), dessen Ergebnisse in die Sätze zusammengefaßt: »Metalle sind Elemente, deren Moleküle aus je einem Atom bestehen, und Metalloide sind Elemente, deren Moleküle aus mehreren Atomen bestehen.« Dieser Unterschied hat zur Folge, daß die Metalle reactionsfähiger sind, Elektrizität und Wärme gut leiten, und daß nur bei ihnen das Gesetz von Dulong und Petit jene einfache Form annimmt. Dieses Gesetz ist analog dem von Avogadro ganz unabhängig von der Natur des Moleküles. Verf. weist schließlich noch darauf hin, daß Wasserstoff in statu nascendi, also einatomig, sich den Metallen analog verhält und sich dann am leichtesten mit Palladium legiert. Es soll diese Arbeit

gleichsam als Einleitung den folgenden vorangesetzt werden, welche manche Bestätigung der Auffassung des Verf. bringen (s. folg. Ref.).

Ref.: H. Steinmetz.

5. H. Erdmann und M. v. Unruh (in Berlin): **Über gelbes Arsen** (Zeitschr. f. anorg. Chemie 1902, 32, 437—452).

Nach Linck entsteht gelbes Arsen bei sehr rascher Condensation von Arsen-dampf. Um größere Mengen davon zu erhalten, construiert Verf. einen Apparat, in welchem der in einem Aluminiumrohre entstehende Dampf durch einen kalten Kohlensäurestrom rasch in Schwefelkohlenstoff geleitet wird. In diesem bildet sich dann eine beständige Lösung von gelbem Arsen. Eine derartige Lösung kann auf dem Wasserbade zur Sättigung concentrirt werden, und scheidet dann, unter Lichtabschluß in eine Kältermischung von fester Kohlensäure und Alkohol eingetaucht, das Arsen in Form eines gelben Pulvers ab. Unter bestimmten Bedingungen lassen sich auch spiegelnde Krystalle erhalten, welche von Linck als kubisch bestimmt wurden.

Das spezifische Gewicht des gelben Arsens ist nicht sicher bekannt (Linck, Ber. d. d. chem. Ges. 32, 1899, 888). Da das gelbe Arsen sich in schwarzes umwandeln läßt, so besteht es jedenfalls aus reinem Arsen. Es besitzt einen knoblauchähnlichen Geruch und wandelt sich in Licht jeder Wellenlänge rasch in schwarzes Arsen um. Während die Lösung in Schwefelkohlenstoff licht- und wärmebeständig ist, kann man festes gelbes Arsen nur bei absolutem Ausschluß von Licht und Temperaturen unter -85° beständig erhalten. In Glasgefäßen hält sich das gelbe Arsen am längsten, am wenigsten in Berührung mit Metall.

Aus der Lösung des gelben Arsens in Schwefelkohlenstoff kann man das Arsen durch Belichten als schwarzes, metallisches Arsen (das in Schwefelkohlenstoff gänzlich unlöslich ist) nicht ausfällen. Bei längerem Stehen einer solchen Lösung scheidet sich an den Wänden des Gefäßes ein rotbrauner Niederschlag ab, der eine dritte Arsenmodification darstellt. Die Umwandlung in diese braune Modification, welche vielleicht mit der von Geuther (Jenaer Zeitschr. f. Medicin u. Naturw. 40 Suppl. 1875, 123) durch Reduction von arseniger Säure mit Phosphortrichlorid erhaltenen identisch ist, geht sehr langsam vor sich. So enthielt eine $\frac{4}{10}$ ige Lösung nach siebenmonatlichem Stehen immer noch 4—5 % gelbes Arsen.

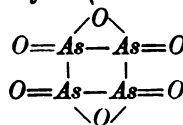
Eine Molekulargewichtsbestimmung in Schwefelkohlenstoff ergab für das gelbe Arsen die gleiche Molekulargröße As_4 , wie für Arsendampf.

Ref.: H. Steinmetz.

6. H. Erdmann (in Berlin): **Über die Constitution des Arsensesquioxides** (Ebenda 453—455).

Da die Molekularformel des dampfförmigen Arsensesquioxides As_4O_6 ist, und glasiges Arsenik bei rascher Condensation von Arsenikdampf entsteht, so liegt die Vermutung nahe, daß nach Analogie des gelben Arsens auch glasiger Arsenik dieselbe Molekulargröße besitzt, wie sein Dampf. Tatsächlich gelang es durch gelinde Reduction von glasigem Arsenik mit Zinkstaub und Chlorzink bei Gegenwart von Schwefelkohlenstoff geringe Mengen von Arsen zu erhalten, welches in seiner gelben Modification, also als As_4 , sofort von dem Schwefelkohlenstoff aufgenommen wurde.

Verf. schlägt daher im Gegensatz zu V. Meyer (Ber. d. chem. Ges. 12, 1879, 1112) für glasiges Arsenik die Formel $O=As-As=O$ mit fünf-



wertigem Arsen vor, welches bei der Reduction unter Verlust des gesamten Sauerstoffes in dreiwertiges der Formel: $\begin{array}{c} As=As \\ | \quad | \\ As=As \end{array}$ übergeht.

Ref.: H. Steinmetz.

7. C. Benedicks (in Upsala): **Krystallographische Untersuchung einiger Nitrobenzolsulfonsäurederivate** (aus: Alfred Ekbohm, Über die p-Nitrobenzolsulfonsäure, Ber. d. d. chem. Ges. 1902, 35, 651).

I. p-Nitrobenzolsulfonsäureamid $C_6H_5NSO_4$.

Schmelzpunkt 177° — 178° . Monoklin.

$$a:b:c = 0,6504:1:0,5184; \quad \beta = 100^{\circ}12'.$$

Beobachtete Formen: $m\{110\}$, $n\{120\}$, $q\{011\}$, $r\{101\}$, $o\{\bar{1}11\}$. Hellgelbe, durchsichtige, nach der c -Axe ausgebildete Krystalle. Die Flächen spiegeln gut und ergeben mit Ausnahme von $\{120\}$ gut übereinstimmende Werte.

	Beobachtet:	Berechnet:	Anzahl der Krystalle:	Kanten:
$(110):(1\bar{1}0) = *66^{\circ}3'$	—	—	18	26
$(110):(120)$	18 46	$19^{\circ}24'$	13	20
$(120):(1\bar{2}0)$	75 59	75 8	15	16
$(011):(0\bar{1}1)$	$*54\ 48\frac{1}{2}$	—	8	8
$(\bar{1}10):(011)$	83 19	83 10	6	7
$(101):(011)$	43 0	$42\ 59$	7	8
$(110):(101)$	53 52	53 51	7	8
$(110):(011)$	$*67\ 30$	—	5	8
$(\bar{1}11):(\bar{1}\bar{1}1)$	47 44	48 0	2	2
$(011):(\bar{1}\bar{1}1)$	38 1	38 12	2	4
$(\bar{1}10):(\bar{1}\bar{1}1)$	51 9	50 57	3	5

Spaltbarkeit nicht vorhanden.

Ebene der optischen Axen ist die Symmetrieebene $\{010\}$. Bisectrix 7° gegen die c -Axe nach hinten geneigt. Innerer (wirklicher Axenwinkel) ca. 59° .

II. p-Nitrobenzolsulfonsäurechlorid $C_6H_4(NO_2).SO_2Cl$.

Schmelzpunkt $79,5^{\circ}$ — $80,5^{\circ}$. Monoklin.

$$a:b:c = 1,3042:1:1,1369; \quad \beta = 105^{\circ}39'.$$

Beobachtete Formen: $c\{001\}$, $a\{100\}$, $q\{011\}$, $q'\{02\bar{1}\}$, $\rho\{211\}$, $o\{111\}$ (?). Hellgelbe, sehr kleine Krystalle von veränderlichem Habitus. Die Flächen geben gute Reflexe, nur $\{211\}$ ist matt, und die Indices wurden nur aus der Zone bestimmt. Die Krystalle sind häufig zu dreien so verwachsen, daß $\{001\}$ gemeinsam bleibt und die Symmetrieebenen 120° mit einander bilden.

	Beobachtet:	Berechnet:	Anzahl der	
			Krystalle:	Kanten:
$(001):(\bar{1}00) =$	$*105^{\circ}39'$	—	8	11
$(001):(100)$	74 23	$74^{\circ}21'$	4	5
$(100):(101)$	$*40$ 9	—	4	7
$(001):(101)$	34 12	34 12	3	5
$(001):(011)$	$*48$ 40	—	13	20
$(011):(01\bar{1})$	82 28	82 40	2	2
$(001):(01\bar{1})$	131 19½	131 20	9	9
$(001):(02\bar{1})$	113 35	113 44	2	3
$(01\bar{1}):(02\bar{1})$	17 47	17 36	3	4
$(100):(011)$	79 49	79 44	2	2
$(100):(01\bar{1})$	100 9	100 16	9	9
$(001):(111)?$	49 13	48 51	1	3

Ebene der optischen Axen ist die Symmetrieebene $\{010\}$. Bisectrix $33,6^{\circ}$ gegen die c -Axe nach vorne geneigt. Scheinbarer Axenwinkel in Luft ca. 65° . Optisch negativ.

Ref.: H. Steinmetz.

8. A. Fock (in Berlin): **Krystallographische Untersuchung quartärer Ammonsalze** (aus: E. Wedekind, Beobachtungen über einfache und doppelte Dissociation bei quartären Ammonsalzen, Ber. d. d. chem. Ges. 1902, 35, 766).

I. Dimethyl-phenyl-ammoniumjodid-Essigsäureäthylester
 $C_{12}H_{18}O_2NJ$.

Rhombisch. $a:b:c = 0,9222 : 1 : 0,6912$.

Beobachtete Formen: $a\{100\}$, $b\{010\}$, $m\{110\}$, $n\{120\}$, $r\{101\}$, $o\{121\}$. Die farblosen Krystalle sind von sehr verschiedenem Habitus und etwa bis 5 mm groß. Einzelne Individuen sind tafelförmig nach $\{100\}$; bei der Mehrzahl herrscht $\{110\}$ oder $\{101\}$ vor. Die Formen $\{120\}$ und $\{121\}$ treten untergeordnet auf oder fehlen ganz.

	Beobachtet:	Berechnet:
$a:m = (100):(110) =$	$*42^{\circ}41'$	—
$a:r = (100):(101)$	$*53$ 9	—
$a:n = (100):(120)$	61 37	$61^{\circ}32'$
$r:m = (101):(110)$	63 47	63 50½
$o:b = (121):(010)$	42 6	42 7
$o:a = (121):(100)$	66 23	66 17
$o:m = (121):(110)$	36 58	37 0½
$o:r = (\bar{1}21):(101)$	79 13	79 9

Spaltbarkeit deutlich nach $m\{110\}$.

Ebene der optischen Axen $b\{010\}$. Erste Mittellinie = Axe a . $2E =$ ca. 22° (Schätzung). Dispersion: $\rho > \nu$.

II. Dimethyl-phenyl-ammoniumjodid-Essigsäuremethylester
 $C_{11}H_{16}O_2NJ$.

Triklin. Beobachtete Formen: $m\{110\}$, $n\{1\bar{1}0\}$, $c\{001\}$. Die aus Wasser krystallisierten Individuen sind teils prismatisch nach der Verticalaxe, teils tafelförmig nach $\{110\}$ und etwa 3 mm lang bzw. breit und 1 mm dick. Die vorhandenen Formen zeigen starke Rundung.

Aus Alkohol bilden sich gut spiegelnde Blättchen nach $\{110\}$.

$$m : n = (110) : (\bar{1}\bar{1}0) = 51^{\circ} 11'$$

$$m : c = (110) : (001) \quad 82 \quad 39$$

$$n : c = (\bar{1}\bar{1}0) : (001) \quad 83 \quad 12$$

Spaltbarkeit vollkommen nach $\{110\}$.

Auslöschungsschiefe auf $\{110\}$ angenähert parallel den Prismenkanten.

III. Dimethyl-p-tolyl-ammoniumjodid-Essigsäuremethylester



Monoklin. $a : b : c = 1,8080 : 1 : 1,1878$; $\beta = 84^{\circ} 3'$.

Beobachtete Formen: $a\{100\}$, $m\{110\}$, $n\{210\}$, $r\{101\}$, $r'\{\bar{1}01\}$, $p\{111\}$, $o\{\bar{1}\bar{1}1\}$, $q\{011\}$. Die farblosen kleinen Krystalle sind tafelförmig nach $\{100\}$, teils verzerrt mit vorwiegender Ausbildung von $\{110\}$ und $\{\bar{1}\bar{1}1\}$.

Die Formen $\{210\}$, $\{011\}$, $\{111\}$ sind selten und untergeordnet ausgebildet.

	Beobachtet:	Berechnet:
$a : m = (100) : (110) =$	$*60^{\circ} 57'$	—
$a : s = (100) : (101)$	$*52 \quad 22$	—
$a : r = (\bar{1}00) : (\bar{1}01)$	$*59 \quad 38$	—
$a : n = (100) : (210)$	$42 \quad 3$	$41^{\circ} 59\frac{1}{2}'$
$s : m = (101) : (110)$	$72 \quad 49$	$72 \quad 45$
$r : m = (\bar{1}01) : (\bar{1}10)$	$75 \quad 59$	$75 \quad 47\frac{1}{2}$
$s : n = (101) : (210)$	$63 \quad 6$	$63 \quad 1$
$p : a = (111) : (100)$	—	$63 \quad 35$
$o : a = (\bar{1}\bar{1}1) : (\bar{1}00)$	$69 \quad 35$	$69 \quad 20$
$q : a = (011) : (100)$	$86 \quad \text{ca.}$	$86 \quad 35$
$o : s = (\bar{1}\bar{1}1) : (101)$	$75 \quad 5$	$74 \quad 50$
$p : r = (111) : (\bar{1}01)$	—	$74 \quad 10$

Spaltbarkeit nicht beobachtet.

Für eine genauere optische Untersuchung waren die Krystalle zu trübe.

IV. Tripropyl-ammoniumjodid-Essigsäuremethylester $C_{12}H_{26}O_2NJ$.

Rhombisch. $a : b : c = 0,9041 : 1 : 0,6975$.

(Isomorph mit Dimethylphenylammoniumjodidessigsäureäthylester.)

Beobachtete Formen: $m\{110\}$, $r\{101\}$, $b\{010\}$. Die glänzenden, etwas gelblichen Krystalle sind meist prismatisch nach c ; $\{010\}$ tritt nur selten und untergeordnet auf.

	Beobachtet:	Berechnet:
$m : m = (110) : (\bar{1}\bar{1}0) =$	$*84^{\circ} 14'$	—
$r : r = (101) : (\bar{1}01)$	$*75 \quad 18$	—
$m : r = (110) : (101)$	$62 \quad 54$	$63^{\circ} 3'$

Spaltbarkeit deutlich nach $\{110\}$.

Ebene der optischen Axen $\{001\}$. Durch jede Prismenfläche tritt eine optische Axe angenähert normal aus.

Ref.: H. Steinmetz.

9. A. Fock (in Berlin): Krystallographische Untersuchung von Kairolin-derivaten (aus: Wedekind und Oechslen, Die Reaction zwischen Jodessigestern und Kairolin. Ber. d. d. chem. Ges. 1902, 35, 3580—3586).

Kairolinjodid $C_{10}H_{14}NJ$.¹⁾

Monoklin. $a:b:c = 4,4023:1:4,3274$; $\beta = 108^{\circ}7'$.

Beobachtete Formen: $c\{001\}$, $b\{010\}$, $m\{110\}$, $o\{\bar{1}11\}$, $q\{021\}$. Kry-
stalle meist tafelförmig nach c , und nach der Axe a verlängert.

	Beobachtet:	Berechnet:
$m:m = (110):(1\bar{1}0) =$	$*92^{\circ}40'$	—
$m:c = (110):(001) =$	$*77\ 36$	—
$o:c = (\bar{1}11):(001) =$	$*69\ 46$	—
$o:o = (\bar{1}11):(\bar{1}\bar{1}1) =$	$88\ 11$	$88^{\circ}\ 3'$
$b:q = (010):(021) =$	$21\ ca.$	$21\ 37$

Deutliche Spaltbarkeit nach $\{001\}$.

Ebene der optischen Axen = Symmetrieebene. Durch c tritt eine Axe
unter einem scheinbaren Winkel von 40° gegen die Normale im stumpfen
Winkel β aus.

Kairolinjodmethylat $C_{11}H_{16}NJ$.

Rhombisch. $a:b:c = 0,8386:1:0,5349$.

Beobachtete Formen: $m\{110\}$, $a\{100\}$, $b\{010\}$, $o\{111\}$. Ein synthetisches
und ein durch Einwirkung von Jodessigsäureäthylester auf Kairolin erhaltenes
Präparat erwiesen sich als vollständig identisch.

	Beobachtet:	Berechnet:
$m:m = (110):(1\bar{1}0) =$	$*79^{\circ}58'$	—
$m:o = (110):(111) =$	$*50\ 23$	—
$b:o = (010):(111) =$	—	$65^{\circ}49'$
$a:o = (100):(111) =$	$60\ 50$	$60\ 45$

Deutliche Spaltbarkeit nach c .

Ebene der optischen Axen parallel $\{001\}$. Auf den Prismenflächen tritt je
eine Axe unter einem scheinbaren Winkel von 48° gegen die zugehörige Normale
in der Symmetrieebene aus.

Ref.: H. Steinmetz.

10. C. Harries (in Berlin): Über Succinaldehyd (Ber. d. d. chem. Ges.
1902, 35, 1183).

Der durch Aufspalten von Pyrrol mit Hydroxylamin dargestellte Succinal-
dehyd zeigt fünf Modificationen: I. Flüssiger Succinaldehyd entsteht beim
Reinigen des frisch dargestellten Präparates durch wiederholte Vacuumdestillation.
Nach etwa fünfstündigem Stehen dieses leichtflüssigen Öles bildet sich unter
Volumcontraction spontan die II., glasige Modification. Diese wird bei 65°
dünnflüssig und siedet constant bei 169° unter Bildung monomolekularen Dampfes.
Nach Molekulargewichtsbestimmungen besitzt diese Modification die fünffache
Molekulargröße, verhält sich aber bei chemischen Reactionen monomolekular —
>labile Polymerie<. Refractometrische Bestimmungen ergeben bei 65° einen
plötzlichen Sprung, was auf eine Umwandlung von M_5 in M_1 gedeutet wer-
den kann.

¹⁾ Neuberechnung der schon früher von Fock an schlechterem Material ausge-
führten Messung. Vergl. E. Wedekind, zur Stereochemie des fünfwertigen Stick-
stoffes, Leipzig 1899, S. 77.

Die III., feste Modification entsteht beim Eintropfen geschmolzenen glasigen Aldehyds in Wasser von der gleichen Temperatur. Beim Abkühlen erstarrte der nicht gelöste Anteil in weißen Krystalldrüsen vom Schmelzp. 64° .

Die IV. Modification entsteht in geringer Menge beim Abdunsten einer benzolischen Lösung in Form feiner langer Nadeln vom Schmelzp. 130° — 140° .

Die V. Form, Parasuccinaldehyd, bildet sich beim Stehen einer Acetonlösung mit wasserfreier Oxalsäure. Sie ist ein in allen Lösungsmitteln fast unlösliches, schlecht krystallisiertes weißes Pulver; sie zersetzt sich bei 90° — 100° .

Ref.: H. Steinmetz.

11. E. Rimbach (in Bonn): Über Löslichkeit und Zersetzlichkeit von Doppelsalzen in Wasser. II. (Ber. d. d. chem. Ges. 1902, 35, 1298—1309).

Nach einer früheren Untersuchung zerfallen Doppelsalze des Typus $4RCl.CdCl_2$ mit Wasser nach dem Schema: $4RCl.CdCl_2 \rightleftharpoons RCl.CdCl_2 + 3RCl$, wobei sich mit steigender Temperatur das Gleichgewicht von rechts nach links verschiebt. Ein Umwandlungspunkt konnte in dem Temperaturintervall der Beobachtungen (-3° bis $+105^{\circ}$) weder mit Dilatometer noch Thermometer aufgefunden werden.

Nach Roozeboom liegt der Umwandlungspunkt eines Doppelsalzes bei dem Temperaturpunkte, bei welchem zwei an Doppelsalz und je einer Componente des letzteren gesättigte Lösungen identisch werden, also fünf Phasen existieren. Eine Bestimmung der Löslichkeitscurven für die Systeme Tetrasalz + Monosalz und Tetrasalz + Alkalichlorid mußte daher entweder zum Umwandlungspunkte selbst führen, oder es war an der Convergenz der beiden Curven der Schnittpunkt (= Umwandlungspunkt) angenähert zu ermitteln.

Die an den Systemen $4(NH_4Cl).CdCl_2 + NH_4Cl.CdCl_2$ und $4(NH_4Cl).CdCl_2 + NH_4Cl$ im Temperaturintervall 0° — 60° angestellten Löslichkeitsbestimmungen ergaben zwei Curven, deren Schnittpunkt ungefähr bei -20° liegen mußte. Daraus erklärt sich die Unmöglichkeit, aus den früheren Versuchen mit dem Dilatometer den Umwandlungspunkt zu bestimmen.

Nach Analogie mit den alleinigen Salztypen $RCl.CdCl_2$ und $4RCl.CdCl_2$ schienen die Angaben Godeffroys über ein Rubidiumsals $6(CdCl_2.RbCl) + 3aq$ und $4(CdCl_2.RbCl) + 1aq$ wenig wahrscheinlich.

Eine Nachprüfung des Verfs. ergab denn auch für Rubidium nur zwei Salze vom gleichen Typus wie K - und NH_4 -Salz.

Beim Eindampfen einer Lösung der Componenten in äquimolekularem Verhältnisse entsteht das Salz $RbCl.CdCl_2$. Die krystallographische Untersuchung von H. Traube (Berlin) ergab:

Rhombisch. $a : b : c = 0,5969 : 1 : 0,5244$.

Beobachtete Formen: $b\{010\}$, $p\{110\}$, $m\{120\}$, sowie eine nicht bestimmbare Pyramide.

	Gemessen:	Berechnet:
$b : p = (010) : (110) =$	$*59^{\circ} 10'$	—
$b : r = (010) : (011) =$	$*62^{\circ} 20'$	—
$p : m = (110) : (120) =$	$39^{\circ} 24'$	$39^{\circ} 57'$

Das analoge Ammonsals hat folgende Axenverhältnisse:

$NH_4Cl.CdCl_2$: $a : b : c = 0,6056 : 1 : 0,7889$.

Das Kaliumsals krystallisiert mit einem Mol. Wasser und kann nicht verglichen werden.

Löslichkeitsbestimmungen des Rubidiumsalses zwischen 0° und 104° ergaben seine Unzersetzbarkeit mit Wasser und lassen die Löslichkeit als lineare Function der Temperatur erscheinen. Der Umwandlungspunkt liegt jedenfalls außerhalb des angegebenen Temperaturintervalles.

$4\text{RbCl} \cdot \text{CdCl}_2$ entsteht beim Eindampfen einer Lösung der beiden Componenten, bei großem Überschusse von Rubidiumchlorid. Nach H. Traube:

Hexagonal, sklenoëdrisch. $a : c = 1 : 0,6323$.

Beobachtete Formen: $\{21\bar{3}1\}R3$, $\{10\bar{1}1\}R$, $\{01\bar{1}2\} - \frac{1}{2}R$, $\{11\bar{2}0\} \infty P2$, $\{10\bar{1}0\} \infty R$.

	Gemessen:	Berechnet:
$(100) : (010) = (10\bar{1}1) : (\bar{1}101) =$	$60^{\circ} 50'$	—
$(2\bar{1}\bar{1}) : (110) = (10\bar{1}1) : (01\bar{1}2)$	29 50	$29^{\circ} 47\frac{1}{2}'$
$(100) : (201) = (10\bar{1}1) : (21\bar{3}1)$	29 56	29 $51\frac{1}{2}$
$(201) : (10\bar{1}) = (21\bar{3}1) : (11\bar{2}0)$	29 44	29 $43\frac{1}{2}$
$(201) : (2\bar{1}0) = (21\bar{3}1) : (3\bar{1}\bar{2}1)$	33 46	33 $39\frac{1}{2}$

Das analoge isomorphe Kaliumsals hat die Axen:

$$a : c = 1 : 0,615 \quad (\text{Haidinger}).$$

Wie das K - und NH_4 -Sals zersetzt sich auch das Rubidiumtetralsalz von 0° bis 100° mit Wasser. Eine Bestimmung des Umwandlungspunktes nach der oben skizzierten Methode war deshalb nicht möglich, da das Rb -Tetralsalz in Rubidiumchloridlösung praktisch unlöslich ist. Man kann daher eine Cadmiumchloridlösung mit überschüssiger Rubidiumchloridlösung quantitativ als Tetralsalz ausfällen.

Zum Schluß gibt der Verf. eine tabellarische Übersicht seiner Resultate.

Ref.: H. Steinmetz.

12. R. Willstätter (in München): Über Betainchloraurat (Ber. d. d. chem. Ges. 1902, 35, 2700—2703).

Verf. stellt folgende Bedingungen zur Bildung der verschiedenen Modificationen des normalen Goldsalzes, $\text{C}_3\text{H}_{12}\text{O}_2\text{NCl}_4\text{Au}$, fest:

I. Oktaëdrische Modification des Betainchloraurats entsteht beim Umkrystallisieren aus reinem oder Spuren von Salzsäure enthaltendem Wasser; etwas überschüssiges Goldchlorid oder freies Betain wirkt günstig. Man läßt bei mäßiger Wärme krystallisieren. Isotrope, sechsstrahlige Aggregate, die als Oktaëderskelette zu deuten sind.

Beim Benetzen dieser oktaëdrischen Skelette mit verdünnter Salzsäure gehen sie zum Teil explosionsartig schnell in ein Aggregat doppeltbrechender Nadeln und Plättchen über.

II. Rhombische Modification entsteht unter den von E. Fischer angegebenen Bedingungen, Umkrystallisieren aus Salzsäure, als parallel auslöschende Prismen.

Ein Chloraurat von niedrigerem Goldgehalte entsteht bei der Darstellung der regulären Modification aus »concentrierten« Lösungen und raschem Abkühlen.

Ref.: H. Steinmetz.

13. F. M. Jaeger (in Haag): Über die in Leclanchézellen entstehenden Krystalle (Ebenda 1902, 35, 3405—3407).

An der positiven Kohlenelektrode eines Leclanchéelementes fand Verf. große

glänzende Krystalle, die sich schon dem Ansehen nach von Salmiak charakteristisch unterschieden. Die Krystalle erwiesen sich als identisch mit dem von Marignac gemessenen Salze $\text{ZnCl}_2 \cdot 2\text{NH}_3$.

Rhombisch, bipyramidal.

$$a : b : c = 0,9161 : 1 : 0,9508.$$

Beobachtete Formen: $a\{100\}$, $m\{110\}$, $q\{011\}$.

	Gemessen.		Berechnet:
	Jaeger:	Marignac:	
$a : m = (100) : (110) =$	$*42^\circ 29\frac{1}{2}'$	$43^\circ 36'$	—
$q : q = (011) : (0\bar{1}1)$	$*87 \ 6\frac{1}{2}$	$87 \ 52$	—
$m : q = (110) : (011)$	$62 \ 20$	$(62 \ 13)$	$62^\circ 20'$
$a : q = (100) : (011)$	$90 \ 4$	$90 \ 0$	$90 \ 0$
$m : m = (110) : (1\bar{1}0)$	$84 \ 59$	$(85 \ 4)$	$84 \ 59$
$m : m = (110) : (1\bar{1}0)$	$95 \ 1$	$(94 \ 56)$	$95 \ 1$

Zwillinge nach $\{110\}$; $q_1 : q_2 = 55^\circ 21'$, berechnet $55^\circ 20'$.

Vollkommene Spaltbarkeit nach $\{110\}$, $\{011\}$ und $\{010\}$.

Die Krystalle sind sehr plastisch. Man kann sie ohne Zerreißen parallel der c -Axe wie Korkzieher winden. Solche gedrehte Krystalle löschen undulatorisch aus, wobei die eine Elasticitätsaxe stets parallel oder senkrecht zum Krümmungsradius des betreffenden Teiles ist.

Dieselben Krystalle wurden auch schon von Priwoznik, Ber. d. d. chem. Ges. 1876, 9, 612, beobachtet.

Ref.: H. Steinmetz.

14. St. Jahn (in München): Krystallform des Isodikamphenpyrazins (aus: Einhorn und Jahn, Zur Kenntnis des Aminokampfers. Ber. d. d. chem. Ges. 1902, 35, 3657—3668).

Isodikamphenpyrazin $\text{C}_{20}\text{H}_{28}\text{N}_2$.

Ditetragonal bipyramidal. $a : c = 1 : 0,4927$.

Beobachtete Formen: $a\{100\}$, $o\{111\}$.

	Beobachtet:	Berechnet:
$o : o = (111) : (1\bar{1}1) =$	$*69^\circ 44'$	—
$o : o = (111) : (1\bar{1}1)$	$47 \ 37$	$47^\circ 41'$
$o : a = (111) : (100)$	$66 \ 13$	$66 \ 10$

Starke, negative Doppelbrechung.

Ref.: H. Steinmetz.

15. H. Zirngiebl (in München): Krystallographische Beschreibung einiger Campherchinonderivate (aus: Manasse und Samel, Reactionen des Campherchinons. Ebenda 35, 3829—3847).

Campherchinoncarbonsäure $\text{C}_{10}\text{H}_{16}\text{O}_3 + 3 \text{ aq.}$

Rhombisch bisphenoidisch.

$$a : b : c = 0,9030 : 1 : 0,4275.$$

Beobachtete Formen: $m\{110\}$, $o\{111\}$, $o'\{1\bar{1}1\}$. Meist Combination von Prisma mit einem Sphenoid; das linke Bisphenoid tritt nur selten und untergeordnet auf.

	Beobachtet:	Berechnet:
$m : m = (110) : (\bar{1}\bar{1}0) =$	$*83^{\circ} 10'$	—
$o : m = (111) : (110) =$	$*57 \ 28$	—
$m : o' = (110) : (\bar{1}\bar{1}1) =$	$42 \ 3$	$42^{\circ} 15'$

Keine deutliche Spaltbarkeit. Spitze Bisectrix $\perp \{100\}$.

Methylester der Ketonsäure $C_{11}H_{16}O_3$.

Monoklin. $a : b : c = 2,225 : 1 : 4,275$; $\beta = 93^{\circ} 55'$.

Beobachtete Formen: $c\{001\}$, $o\{111\}$, $q\{207\}$, $a\{100\}$. Krystalle tafelig nach c .

	Beobachtet:	Berechnet:
$a : c = (100) : (001) =$	$*86^{\circ} 5'$	—
$c : o = (001) : (\bar{1}\bar{1}1) =$	$*79 \ 32$	—
$a : o = (100) : (\bar{1}\bar{1}1) =$	$*67 \ 1$	—
$a : q = (100) : (207) =$	$60 \ 15$	$60^{\circ} 22'$

Keine deutliche Spaltbarkeit. Auslöschung auf c parallel.

Benzoylderivat des Oxyketons $C_{17}H_{18}O_3$.

Monoklin. $a : b : c = 1,325 : 1 : 0,965$; $\beta = 146^{\circ} 38'$.

Beobachtete Formen: $m\{110\}$, $o\{111\}$, $c\{001\}$, $s\{011\}$. Krystalle von oktaëderähnlichem Habitus; Zwillinge symmetrisch nach $\{111\}$.

	Beobachtet:	Berechnet:
$c : s = (001) : (011) =$	$*30^{\circ} 30'$	—
$c : m = (001) : (110) =$	$*47 \ 33$	—
$m : s = (110) : (011) =$	$*28 \ 16$	—
$m : m = (110) : (\bar{1}\bar{1}0) =$	$71 \ 10$	$71^{\circ} 50'$

Keine deutliche Spaltbarkeit.

Ref.: H. Steinmetz.

16. Nils Coos (in Lund): Über Selendilactylsäuren (Ber. d. d. chem. Ges. 1902, 35, 4109—4112).

Die Arbeit enthält neben genauer chemischer Beschreibung folgende Krystallmessungen.

Selendilactylsäure.

I. Monokline Form. Schmelzp. 145° — 146° . $C_6H_{10}O_4Se$.

$a : b : c = 1,0089 : 1 : 1,3345$; $\beta = 114^{\circ} 32'$.

Die aus Wasser krystallisierte Säure zeigt folgende Formen: $m\{110\}$, $q\{101\}$, $o\{111\}$.

	Gemessen:	Berechnet:
$m : m = (110) : (\bar{1}\bar{1}0) =$	$*85^{\circ} 0'$	—
$o : q = (111) : (101) =$	$*34 \ 17$	—
$q : m = (101) : (110) =$	$*72 \ 12$	—
$o : o = (\bar{1}\bar{1}1) : (\bar{1}\bar{1}1) =$	$70 \ 2$	$69^{\circ} 56'$

II. Rhombische Form. Schmelzp. 106° — 107° . $C_6H_{10}O_4Se$.

$a : b : c = 0,9210 : 1 : 1,2350$.

Beobachtete Formen: $b\{010\}$, $c\{001\}$, $r\{011\}$, $o\{111\}$.

	Gemessen:	Berechnet:
$b:o = 010:111 =$	$53^{\circ}33'$	—
$o:o = 111:111$	$57^{\circ}25'$	—
$b:r = 010:011$	—	$38^{\circ}48'$

Eine noch niedriger bei 109° schmelzende Säure krystallisiert nach Loven [Ber. d. d. chem. Ges. 1896. 29, 1135] wahrscheinlich triklin.

Ref.: H. Steinmetz.

17. L. Burmester (in München): Kinematisch-geometrische Theorie der affin-veränderlichen, ähnlich-veränderlichen und starren räumlichen oder ebenen Systeme Zeitschr. f. Math. u. Phys. 1902. 47, 128—156.

Durch kinematische Betrachtungen von wesentlich mathematischem Interesse gelangt der Verf. zu einer anderen Anschauung über die affine = homogene Deformation der Krystalle durch Änderung der Temperatur, als sie von Flettcher in seiner bekannten Arbeit (diese Zeitschr. 1880, 4, 337 f.) vertreten wird. Nach derselben würden in einem triklinen Krystalle die drei auf einander senkrechten thermischen Axen nicht als veränderlich d. h. im Systeme wandernd anzunehmen sein, sondern eine Gerade und eine zu derselben nicht senkrechte Ebene, sowie zwei in dieser liegende imaginäre Geraden, als fest und das System um diese nach dem Gesetze der »einförmigen Bewegung affin-veränderlicher räumlicher Systeme« beweglich. In einem monoklinen Krystalle wäre eine Gerade und eine zu ihr senkrechte Ebene, in einem rhombischen natürlich drei zu einander senkrechte Geraden als fest anzunehmen, während in einem optisch einaxigen Krystalle alle durch die optische Axe gelegten Ebenen fest sind und das System in der zu ihr senkrechten Ebene ein »ähnlich veränderliches« ist, wie das eines einfachbrechenden Krystalles in jeder Ebene.

Aus den Betrachtungen des Verfs. ergibt sich, daß im Kalkspate, welcher sich parallel der Axe beim Erwärmen ausdehnt, senkrecht dazu zusammenzieht, nur »momentan starre« Gerade existieren. Dauernd starre Gerade, d. h. solche, deren Längen sich mit der Temperatur nicht ändern, wären nur dann vorhanden, wenn durch Beobachtung erkannt würde, daß zwei Punkte auf einer solchen Geraden bei der thermischen Veränderung constanten Abstand haben.

Ref.: P. Groth.

18. K. Lippitsch (in Leoben): Die Unverträglichkeits-Relation des Satzes vom goldenen Schnitte mit dem Gesetze der rationalen Indices, nachgewiesen am Rautendreißigflächner und regelmäßigen Pentagondodekaëder (4. (40.) Jahresber. d. k. k. Staatsgymnasiums in Leoben, 1902, S. 3—12, mit 1 Taf.).

Bekanntlich ist das reguläre Pentagondodekaëder krystallographisch unmöglich; es ist die Hälfte eines Pyramidenwürfels, an welchem die Würfelseite und die doppelte Pyramidenhöhe Stücke einer nach dem goldenen Schnitte geteilten Strecke sind. Dasselbe gilt für den aus dreißig Rhomben, deren beide Diagonalen die gleiche Beziehung zeigen, bestehenden regulären Körper, welcher einer Combination eines Dyakisdodekaëders mit dem Hexaëder ähnelt; dieser hat 18 Symmetrieebenen. Der Verf. weist analytisch die krystallographische Unmöglichkeit dieser Form nach.

Ref.: P. Groth.

19. A. Pellikan (in Prag): Beiträge zur Kenntnis der Zeolithe Böhmens (Sitz.-Ber. d. k. Akad. d. Wiss. Wien 1902, 111 (I), 334—347).

Bei Groß-Prießen, N. von Leitmeritz, O. von Außig, fanden sich im Basalt folgende Mineralien:

Zeophyllit, ein neues, fluorhaltiges Silicat aus der Verwandtschaft des Apophyllit. Halbkugelige auf dem Gesteine oder kugelige auf Natrolith sitzende Aggregate radialgestellter Blättchen mit undeutlichen Randflächen eines mit $\{111\}$ 78° bildenden Rhomboëders; vollkommene Spaltbarkeit nach $\{111\}$; mit verdünnter Flußsäure auf $\{111\}$ ditrigonale Ätzfiguren mit Winkeln von 60° und 30° (Comb. einer trigonalen Pyramide erster und zweiter Art). Härte 3; spec. Gew. 2,764. $\omega = 1,5$ circa; Felderteilung mit einem meist einaxigen Mittelfelde und mit zweiaxigen ($2E$ bis $27\frac{1}{2}^\circ$) Randfeldern; Doppelbrechung negativ, nimmt beim Erwärmen ab; stark erhitzte Blättchen wurden permanent einaxig. Analysen von Zdarek (I.):

	I.	II.
SiO_2	38,84	37,67
Al_2O_3	1,73	—
Fe_2O_3	0,10	—
MgO	0,17	—
CaO	44,32	46,82
Na_2O	0,38	—
K_2O	0,24	—
H_2O	8,98	7,52
F	8,23	7,99
	102,99	100,00
— O	3,47	
	99,52	

II. entspricht der Formel: $Si_3O_{11}Ca_4H_4F_2$.

Bei 110° werden 0,98 % H_2O abgegeben.

Die Bildung dieses fluorreichen Silicates ist wohl auf heiße, mit Gasen beladene Lösungen zurückzuführen; dieselbe hat mit der des begleitenden Apophyllits zum Teil vor, zum Teil nach der Bildung des Natrolithes gefunden.

Der Natrolith bildet lange Prismen bis 8 mm Dicke, aber selten mit Endflächen von $\{111\}$; Axenebene (010), $2E = 96^\circ 13' Li$, $97^\circ 26' Na$. Die Brechungsindices wurden mit der Prismenmethode bestimmt:

Li :	$\alpha = 1,47561$	$\beta = 1,47824$	$\gamma = 1,48707$
Na :	1,47813	1,48058	1,48996
Tl :	1,48053	1,48349	1,49268

Die Analyse des Verfs. ergab (I.):

	I.	II.
SiO_2	16,95	47,37
Al_2O_3	26,79	26,86
CaO	0,27	—
Na_2O	16,23	16,31
K_2O	1,38	—
H_2O	9,46	9,46
	101,08	100,00

II. entspricht der Formel: $\text{Si}_3\text{O}_{12}\text{Al}_2\text{Na}_2\text{H}_2$.

Nach Hibschr (s. diese Zeitschr. 86, 306) findet sich am kahlen Berge südlich von Jakuben Natrolith in prismatischen Krystallen, bis 25 cm lang und 6 mm dick, in Hohlräumen des Sodalith-Gauleits, in nadelförmigen Kryställchen und in stengeligen Aggregaten in Klüften des Nephelinbasalt. An den größten der nadelförmigen Krystalle bestimmte der Verf. die Formen: $a\{100\}$, $b\{010\}$, $m\{110\}$, $o\{111\}$, $y\{131\}$, $z\{331\}$. Der Apophyllit desselben Fundortes bildet licht apfelgrüne oder farblose, bis 4 cm hohe Krystalle der Combination: $a\{100\}$, $p\{111\}$, $o\{001\}$, $z\{113\}$ mit einer neuen Form $t\{103\}$; basische Platten sind nach den Diagonalen in vier zweiaxige Felder mit farbigen Hyperbeln (convex blau, concav rot) geteilt. Der begleitende Analcim erscheint in bis 2 mm großen Ikositetraedern. Daneben findet sich ein dichtes, weißes, porzellanähnliches Mineral vor (Dichte 2,39, Härte $3\frac{1}{2}$), welches von Salzsäure unter Abscheidung von Kieselgallerte gelöst wird.

Ref.: P. Groth.

20. F. Berwerth (in Wien): Der Meteoreisenzwilling von Mukerop, Bezirk Gibeon, Deutsch-Südwest-Afrika (Sitz.-Ber. d. k. Akad. d. Wiss. Wien 1902, 111 (I), 646—666, m. 4 Taf.).

Der in Mukerop bei Tseß ($18\frac{1}{2}^{\circ}$ östl. Länge, $25\frac{1}{2}^{\circ}$ südl. Breite) gefundene 170 kg wiegende Eisenblock erwies sich als ein gigantischer Wiederholungszwilling nach dem Spinellgesetze, von welchem die verschiedenen, ausführlich beschriebenen Schnitte größtenteils vier, manche fünf Individuen mit parallelen Zwillingsgrenzen erkennen lassen, zu denen nach dem einen Ende des Blockes hin noch ein sechstes in unregelmäßiger Orientierung hinzutritt.

Die Zwillingsstellung läßt sich an den geätzten Platten durch die Winkel der Kamazitlamellen feststellen. An der Zwillingsgrenze tritt zuweilen ein lamellares Ineinandergreifen, stellenweise eine Verschiebung der Grenze ein. Ein erheblicher Teil der Schiffe zeigt eine fein schimmernde Oberfläche, in welcher die Lamellensysteme nur noch undeutlich zu erkennen sind, offenbar infolge der Umlagerung, welche man sonst nur am Rande von Eisenmeteoriten, als eine Folge der Erhitzung in der Atmosphäre, beobachtet. Als Ausscheidungen finden sich ziemlich sparsam Troilit, Chronit und Enstatit, letzterer in Platten, welche senkrecht zu der Tafelfläche, (001) , stengelig zusammengesetzt sind.

Das Eisen von »Bethanien, Groß-Namaland«, gehört demselben Falle an, wie das oben beschriebene.

Ref.: P. Groth.

21. V. von Lang (in Wien): Krystallographisch-optische Bestimmungen 5. Reihe (Ebenda 111 (IIa), 1161—1211).

4. Hydroschwefligsaures Zink $\text{S}_2\text{O}_4\text{Zn}$.

Siehe A. Nabl, Sitz.-Ber. Ak. Wien 1899, 108 (IIb), 432.

Rhombisch. $a : b : c = 1 : 0,9827 : 0,5596$.

Beob. Formen: $\{110\}$, $\{111\}$, $\{100\}$; $\{111\}$ stets unvollzählig.

	Berechnet:	Beobachtet:
$(110) : (\bar{1}\bar{1}0) =$	—	$*91^{\circ} 0'$
$(110) : (111)$	$51^{\circ} 24'$	51 45
$(\bar{1}\bar{1}0) : (111)$	90 37	90 40
$(111) : (\bar{1}\bar{1}1)$	—	$*52 50$
$(100) : (111)$	64 4	—

Ebene der optischen Axen (004); durch die Prismenflächen sieht man am Rande des Gesichtsfeldes eine optische Axe, die andere fällt schon hinaus, doch scheint der Axenwinkel sehr klein und der Charakter negativ zu sein.

2. Magnesium-Platincyannür $MgPtCy_4 + 7H_2O$.

Krystalle von Hofrat Lieben.

Die einzigen Messungen, die vor langer Zeit Dr. Springer, Pogg. Ann. 1847, 71, 328 anstellte, bedürfen einer Verbesserung. Verf. fand

$$a : c = 1 : 0,6103.$$

	Berechnet:	Beobachtet:	Springer:
(111):(001) =	—	*40° 48'	39° 39'
(111):(100)	62° 29'	62 37	63 10,5
(111):(111)	55 2	55 5	—

3. Anilinkobaltcyanid.

Trigonal skalenoëdrisch. $\alpha = 50^\circ 47'$.

Beob. Formen: {111}, {101}, {100}, {211}, {110}, {321}. Große Krystalle, durchsichtig, stellenweise bräunlich, auch bläulich gefärbt und prismatisch nach der Hauptaxe. Die dünneren sind nur Combinationen des Grundrhomboëders {100} mit dem Prisma {101}, die dickeren sind dagegen flächenreicher.

	Berechnet:	Beobachtet:
(111):(100) =	74° 4'	—
(111):(211)	41 12	—
(111):(011)	60 20	—
(111):(321)	45 23	45° 57'
(321):(101)	—	*44 37
(101):(100)	33 36	33 50
(100):(101)	56 24	56 17
(101):(110)	41 14	41 18
(110):(231)	29 51	—
(231):(121)	18 55	—
(110):(011)	97 32	—
(231):(132)	37 50	—
(101):(211)	55 13	—
(211):(112)	69 34	—
(101):(312)	69 9	—
(312):(213)	41 42	—
(100):(321)	37 23	—
(321):(121)	58 6	—
(321):(132)	76 6	—

Der optische Charakter ist positiv.

4. Hydrazid des Acetessigsäurementhylesters.

Siehe P. Cohn und S. Thauß, Ber. d. d. chem. Ges. 1900, 33, 731.

Monoklin. $a : b = 0,9456 : 1$; $\beta = 95^\circ 9'$.

Die Krystalle sind Tafeln nach {001}, am Rande durch {110} begrenzt.

$$\begin{array}{l} \text{Beobachtet:} \\ (110):(1\bar{1}0) = 86^{\circ}34' \\ (110):(001) \quad 86 \quad 15 \end{array}$$

Durch (001) ist eine der optischen Axen in der Symmetrieebene zu sehen.

5. Acetonylharnstoff $C_5H_8N_2O_2$.

Siehe J. Heilpern, Sitz.-Ber. d. Ak. Wien 1896, 105 (IIb), 200.

Triklin.

$$a:b:c = 1:0,8244:0,6540.$$

$$\begin{array}{l} \alpha = 82^{\circ}44' \quad (010):(001) = 96^{\circ}49' \\ \beta = 101 \quad 44 \quad (001):(100) \quad 79 \quad 10 \\ \gamma = 98 \quad 1 \quad (100):(010) \quad 83 \quad 22 \end{array}$$

Beob. Formen: {100}, {010}, {001}, {111}, {111}, {111}, {111}, {110}, {110}.

	Berechnet:	Beobachtet:
(100):(001)	= —	*79°40'
(100):(111)	51°23'	—
(111):(111)	56 25	—
(100):(111)	60 36	—
(111):(111)	52 5	—
(010):(001)	—	*83 41
(010):(111)	59 51	—
(111):(111)	52 12	—
(111):(111)	72 21	72 28
(111):(010)	—	*47 51
(100):(110)	—	*46 17
(110):(010)	—	*37 5
(010):(110)	42 30	42 40
(110 111)	41 54	—
(111 001)	46 9	—
(001 111)	48 14	48 15
(111 110)	43 48	43 20
(001 110)	92 2	91 50
(110 111)	52 42	52 40
(111):001	49 52	50 18
(001):111	37 49	—
(111):110	39 37	39 0

6. Ferriacetylaceton $Fe(C_5H_7O_2)_3$?

Krystalle von Herrn F. Gach.

Rhombisch.

$$a:b:c = 1:1,7580:2,1490.$$

Beob. Formen: {001}, {110}, {011}, {021}, {010}.

	Berechnet:	Beobachtet:
(011):(001)	= 50°43'	51° 0'
(021):(001)	—	*67 45
(010):(110)	—	*60 22
(110):(110)	59 16	—
(110):(011)	67 30	—
(110):(021)	62 46	—

Die sehr kleinen Krystalle haben die Gestalt von sechseckigen Tafeln, welche senkrecht zur ersten Mittellinie sind, doch kann man im weißen Lichte kaum die eigentlichen Axenbilder sehen. Wegen der roten Farbe der Krystalle ist im *Na*-Lichte gar nichts mehr zu erkennen, dagegen sieht man die Axenbilder bei *Li*-Beleuchtung sehr gut. Die Axenebene ist senkrecht zur Fläche (010), der optische Charakter negativ und der scheinbare Axenwinkel etwa 50° . Diese Plättchen sind auch dichroitisch, und zwar sind die Schwingungen parallel der zweiten Mittellinie licht, senkrecht dazu dunkel.

7. Aluminium-Acetylaceton $Al(C_5H_7O_2)_3$.

Siehe F. Gach, Sitz.-Ber. d. Ak. Wien 1899, 108 (IIb), 768.

Monoklin. $a:b:c = 1,901:1:1,3610$; $\beta = 98^\circ 54'$.

Beob. Formen: {100}, {001}, {110}, $\{\bar{1}01\}$, $\{\bar{1}03\}$. Der Habitus der Krystalle ist durch das Vorherrschen der Flächen (100) und (001) bestimmt, welche den Krystallen ein prismatisches Aussehen geben. Die Flächen $\{\bar{1}01\}$ und $\{\bar{1}03\}$ wurden ein einziges Mal als schmale Abstumpfungen der Kante [(001):(100)] beobachtet, wobei es aber sehr zweifelhaft blieb, ob die Lichtreflexe von wirklichen Flächen herrührten. Es bleibt also die Länge der Axe c ganz unsicher.

	Berechnet:	Beobachtet:
(100):(001) =	—	* $81^\circ 6'$
(100):(110)	—	* $61^\circ 58'$
(110):(110)	$56^\circ 4'$	$55^\circ 55'$
(110):(001)	$85^\circ 50'$	$86^\circ 50'$
(100): $\{\bar{1}01\}$	—	* $62^\circ 24'$?
(100): $\{\bar{1}03\}$	$28^\circ 0'$	27° ?

Bei *Na*-Licht erkennt man auf der Fläche (100), daß die Ebene der optischen Axen parallel der Symmetrieebene ist, die Axenpunkte liegen außerhalb des Gesichtsfeldes, aber anscheinend unsymmetrisch gegen die Flächennormale, welche negativ ist. Fläche (001) erweist sich entsprechend positiv. Auch hier sind die Axen nicht zu sehen, doch scheint hier die Unsymmetrie stärker zu sein.

8. Äpfelsaures Mangan.

Krystalle von Dr. Pomeranz.

Diese Verbindung wird von Handl als tetragonal mit einem Axenverhältnisse $a:c = 1:1,3064$ beschrieben (Sitz.-Ber. d. Ak. Wien 1858, 32, 254). Hiermit stimmten die Messungen des Verf. vollkommen überein, dagegen zeigte die optische Untersuchung, daß die scheinbar tetragonalen Pyramiden, in denen diese Krystalle auftreten, aus vier zweiaxigen Individuen zusammengesetzt sind, die zum mindesten dem rhombischen Systeme angehören. Eine zur Hauptaxe senkrechte Platte zeigt vier Sektoren, deren Trennungslinien mit den Diagonalen des quadratischen Querschnittes zusammenfallen, während jedes Individuum zwei optische Axen senkrecht zu den Kanten des Querschnittes zeigt. Der Axenwinkel ist allerdings sehr klein, doch kann man mit der Glimmerplatte den positiven Charakter der ersten Mittellinie constatieren.

9. Diacetylmessowinsäurenitril $C_8H_8N_2O_4$.

Siehe F. Pollak, Sitz.-Ber. d. Ak. Wien 1894, 103 (IIb), 432.

Rhombisch. $a:b:c = 0,7150:1:0,6809$.

Beob. Formen: $\{100\}$, $\{010\}$, $\{111\}$.

	Berechnet:	Beobachtet:
$(100):(111) =$	—	$*51^{\circ}48'$
$(010):(111)$	—	$*63\ 45$
$(111):(\bar{1}\bar{1}\bar{1})$	$52^{\circ}30'$	$52\ 43$
$(111):(\bar{1}\bar{1}\bar{1})$	$81\ 2$	$81\ 30$

Spaltbarkeit parallel (010) .

Doppelbrechung +; Ebene der optischen Axen (001) .

Platten parallel der Spaltungsfläche lassen die Axen am äußersten Rande des Gesichtsfeldes erkennen, so daß die b -Axe wahrscheinlich erste Mittellinie ist.

10. Diacetyltraubensäurenitril $C_8H_8N_2O_4$.

Siehe F. Pollak, Sitz.-Ber. d. Ak. Wien 1894, 103 (IIb), 438.

Monoklin. $a:b:c = 1,2569:1:2,6102$; $\beta = 97^{\circ}15'$.

Beob. Formen: $\{001\}$, $\{100\}$, $\{110\}$, $\{011\}$.

	Berechnet:	Beobachtet:
$(100):(001) =$	—	$*82^{\circ}45'$
$(001):(011)$	—	$*68\ 53$
$(100):(110)$	—	$*51\ 16$
$(110):(\bar{1}\bar{1}0)$	$77^{\circ}28'$	$77\ 28$
$(001):(110)$	$85\ 28$	$85\ 31$
$(011):(110)$	$40\ 53$	—
$(011):(\bar{1}\bar{1}0)$	$45\ 38$	$45\ 30$

Die Ebene der optischen Axen scheint parallel der Symmetrieebene zu sein; eine Mittellinie ist nahezu senkrecht zu (100) und hat positiven Charakter.

11. Iso- α -Methylglutaconsäure $C_6H_8O_4$.

Siehe Th. v. Smoluchowsky, Sitz.-Ber. d. Ak. Wien 1893, 102 (IIb), 790.

Monoklin. $a:b:c = 0,8360:1:0,4558$; $\beta = 100^{\circ}33'$.

Beob. Formen: $\{100\}$, $\{101\}$, $\{\bar{1}01\}$, $\{110\}$.

	Berechnet:	Beobachtet:
$(100):(101) =$	$53^{\circ}28'$	$53^{\circ}30'$
$(101):(\bar{1}01)$	—	$*56\ 45$
$(\bar{1}01):(\bar{1}00)$	—	$*69\ 47$
$(100):(110)$	—	$*39\ 25$
$(110):(101)$	$62\ 37$	$62\ 19$
$(110):(\bar{1}0\bar{1})$	$74\ 31$	$74\ 33$

Ebene der optischen Axen parallel der Symmetrieaxe, wobei die positive Mittellinie nahezu senkrecht zu (101) ist. Da die Axenpunkte schon außerhalb des Gesichtsfeldes liegen, konnte nicht entschieden werden, ob dies die erste Mittellinie ist, auch konnte ihr Charakter nur bei Na-Licht ermittelt werden.

12. Zersetzungsproduct $C_6H_8O_4$ aus δ -Oxy- α -Methylglutarsäure, wahrscheinlich α -Methylglutaconsäure.

Siehe Th. v. Smoluchowsky, Sitz.-Ber. d. Ak. Wien 1893, 102 (IIb), 797.

Triklin. $a:b:c = 1:0,8152:0,9540$.

$$\begin{array}{ll} \alpha = 66^{\circ} 13' & (010):(001) = 107^{\circ} 51' \\ \beta = 109 \ 27 & (001):(100) = 78 \ 47 \\ \gamma = 134 \ 4 & (100):(010) = 70 \ 13 \end{array}$$

Beob. Formen: $\{100\}$, $\{010\}$, $\{1\bar{1}0\}$, $\{1\bar{2}0\}$, $\{001\}$, $\{011\}$, $\{\bar{1}01\}$, $\{\bar{1}11\}$.

	Berechnet:	Beobachtet:
$(100):(001)$	$= 78^{\circ} 47'$	$79^{\circ} 12'$
$(001):(\bar{1}01)$	$49 \ 22$	—
$(011):(\bar{1}11)$	—	$*47 \ 30$
$(\bar{1}11):(\bar{1}00)$	—	$*69 \ 40$
$(010):(011)$	$50 \ 51$	—
$(001):(0\bar{1}0)$	$72 \ 9$	—
$(0 \ 0 \ \bar{1}11)$	—	$*67 \ 20$
$(\bar{1} \ \bar{1} \ 011)$	$53 \ 10$	$52 \ 52$
$(0 \ 0 \ 100)$	—	$*70 \ 13$
$(100 \ 1\bar{1}0)$	—	$*59 \ 57$
$(1\bar{1}0 \ 1\bar{2}0)$	$23 \ 48$	—
$(100):(\bar{1}20)$	$96 \ 25$	$96 \ 44$
$(1\bar{1}0):(001)$	$63 \ 54$	—
$(001):(\bar{1}11)$	$65 \ 37$	—

Die Krystalle sind nach der *c*-Axe verlängert.

13. Ammoniumsalz der *o*-, *p*-Dinitrophenylamincarbonsäure.

Siehe P. Cohn, Sitz.-Ber. d. Ak. Wien 1904, 110 (IIb), 303.

Monoklin. $\alpha:b:c = 1,9337:1:1,9227$; $\beta = 107^{\circ} 47'$.

Beob. Formen: $\{\bar{1}01\}$, $\{001\}$, $\{103\}$, $\{110\}$, $\{\bar{2}79\}$.

	Berechnet:	Beobachtet:
$(110):(\bar{1}10)$	$=$ —	$*56^{\circ} 58'$
$(\bar{1}01):(001)$	$53^{\circ} 40'$	$53 \ 56$
$(001):(103)$	$16 \ 0$	$15 \ 55$
$(\bar{1}01):(103)$	—	$*69 \ 40$
$(110):(103)$	—	$*74 \ 37$
$(110):(001)$	$81 \ 37$	$81 \ 27$
$(10\bar{1}):(\bar{1}10)$	$73 \ 46$	$74 \ 0$
$(110):(\bar{2}79)$	$44 \ 5$	$44 \ 4$
$(\bar{2}79):(\bar{1}01)$	$65 \ 9$	$64 \ 56$
$(\bar{1}10):(\bar{2}79)$	$45 \ 3$	$45 \ 35$

Ebene der optischen Axen parallel der Symmetrieebene, durch die Fläche $(\bar{1}01)$ ist eine Axe sichtbar.

14. 4-Chlor-*m*-Phenylendiamin $C_6H_7N_2Cl$.

Siehe P. Cohn und A. Fischer, Sitz.-Ber. d. Ak. Wien 1900, 109 (IIb), 155.

Rhombisch. $a:b:c = 0,7106:1:0,6375$.

Beob. Formen: $\{100\}$, $\{110\}$, $\{011\}$, äußerst schmal $\{111\}$.

	Berechnet:	Beobachtet:
$(100):(110)$	$= 35^{\circ} 24'$	$35^{\circ} 22'$
$(110):(\bar{1}10)$	—	$*109 \ 12$

	Berechnet:	Beobachtet:
(100):(111) =	52° 54'	56° approx.
(011):(010)	—	*65 2'
(110):(011)	71 51	71 36
(111):(110)	42 16	—
(111):(110)	75 55	—
(111):(111)	70 46	—

Unvollkommen spaltbar parallel (001), noch schlechter nach (010). Spaltungsstücke nach der letzteren Fläche sind senkrecht zur ersten Mittellinie, welche negativen Charakter hat. Die Axenebene ist parallel der *c*-Axe, die Axen am Rande des Gesichtsfeldes. Farbe rotbraun.

15. 4:3:5-Chlorphenylendiamin $C_6H_3Cl(NH_2)_2$.

Siehe P. Cohn, Sitz.-Ber. d. Ak. Wien 1904, 110 (IIb), 49.

Rhombisch. $a:b:c = 0,7115:1:0,4709$.

Beob. Formen: {110}, {011}, {010}.

	Berechnet:	Beobachtet:
(110):(110) =	—	*70° 52'
(011):(011)	—	*50 26
(110):(011)	75° 42'	75 47

16. p-Phenylendicarbylamin.

Siehe F. Kaufler, Sitz.-Ber. d. Ak. Wien 1904, 110 (IIb), 944.

Triklin. $a:b:c = 0,9574:0,8489:1$.

$\alpha = 105^\circ 15'$	(010):(001) =	74° 41'
$\beta = 87 42$	(001):(100)	87 30
$\gamma = 107 38$	(100):(010)	72 16

Beob. Formen: {011}, {100}, {110}, {001}. Nur ungenau meßbar.

	Berechnet:	Beobachtet:
(100):(001) =	—	*87½°
(100):(110)	59° 49'	—
(110):(001)	—	*102
(011):(001)	—	*60½
(011):(100)	—	*104
(011):(110)	—	*63

17. Dinitrochlortoluol $C_7H_5N_2O_4Cl$.

Siehe P. Cohn, Sitz.-Ber. d. Ak. Wien 1904, 110 (IIb), 394.

Rhombisch. $a:b:c = 0,667:1:1,045$.

Die Krystalle haben meistens die Form dünner Nadeln, gebildet durch das Prisma {110} und geschlossen durch Flächen, die nicht meßbar waren. Andere Krystalle treten in dünnen Tafeln parallel {010} auf; sie lieferten die folgenden Beobachtungen:

	Berechnet:	Beobachtet:
$(010):(110) = 56^{\circ} 18'$		$56^{\circ} 1'$
$(110):(1\bar{1}0)$	—	$*67\ 24$
$(010):(011)$	$44\ 35$	$44\ 20$
$(011):(001)$	—	$*45\ 25$
$(011):(110)$	$66\ 43$	$66\ 30$

18. 2-4-Nitrochlorbenzoësäure $C_6H_3.COOH.NO_2.Cl$.

Krystalle von Dr. P. Cohn.

Monoklin. $a:b:c = 0,7449:1:0,8226$; $\beta = 98^{\circ} 26'$.

Beob. Formen: $\{110\}$, $\{100\}$, $\{010\}$, $\{101\}$, $\{10\bar{1}\}$, $\{30\bar{2}\}$, $\{\bar{1}11\}$, $\{\bar{1}21\}$. Die Krystalle sind nach der c -Axe verlängert und treten in zwei verschiedenen Ausbildungen auf, je nachdem am Ende $\{101\}$ oder $\{11\bar{1}\}$ vorherrscht. $\{\bar{1}21\}$ wurde nur als schmale Abstumpfung der Kanten $(\bar{1}10):(101)$ beobachtet.

	Berechnet:	Beobachtet:
$(100):(101) = 38^{\circ} 20'$		$38^{\circ} 32'$
$(101):(\bar{1}01)$	—	$*95\ 44$
$(\bar{1}01):(\bar{1}00)$	$45\ 56$	$45\ 44$
$(\bar{1}00):(\bar{3}02)$	$30\ 43$	—
$(110):(1\bar{1}0)$	—	$*72\ 56$
$(010):(\bar{1}11)$	$59\ 25$	$58\ 40$
$(010):(\bar{1}21)$	$40\ 14$	—
$(110):(101)$	—	$*50\ 53$
$(101):(\bar{1}21)$	$93\ 42$	$93\ 52$
$(\bar{1}21):(\bar{1}\bar{1}0)$	$35\ 25$	$35\ 40$
$(\bar{1}11):(\bar{1}10)$	$38\ 12$	—
$(\bar{1}11):(\bar{1}00)$	$53\ 13$	—
$(\bar{1}21):(\bar{1}00)$	$63\ 18$	—
$(\bar{1}11):(101)$	$94\ 56$	—
$(\bar{1}11):(\bar{3}02)$	$33\ 50$	$33\ 28$

Spaltbar nach $\{100\}$.

19. Hydrochinondiäthyläther.

Siehe E. Brezina, Sitz.-Ber. d. Ak. Wien 1901, 110 (IIb), 551.

Monoklin. $a:b:c = 0,9371:1:1,2493$; $\beta = 109^{\circ} 52'$.

Beob. Formen: $\{001\}$, $\{010\}$, $\{110\}$, $\{111\}$. Die Krystalle sind meist sehr dünne Tafeln parallel der Fläche (001) , die Flächen (111) und (010) kommen nie an dickeren Individuen vor.

	Berechnet:	Beobachtet:
$(110):(\bar{1}\bar{1}0) =$	—	$*82^{\circ} 48'$
$(111):(001)$	—	$*49\ 47$
$(110):(001)$	—	$*75\ 14$
$(111):(\bar{1}\bar{1}1)$	$62^{\circ} 58'$	$62\ 48$
$(111):(\bar{1}\bar{1}0)$	$77\ 33$	—

Die Ebene der optischen Axen ist parallel der Symmetrieebene, eine optische Axe ist auf Fläche (001) zu sehen.

20. Bisoxyhydrochinonhexaäthyläther $C_{12}H_4(OC_2H_5)_6$.

Siehe E. Brezina, Sitz.-Ber. d. Ak. Wien 1904, 110 (IIb), 547.

Triklin. $a : b : c = 0,6633 : 1 : 1,2816$.

$\alpha = 104^{\circ}23'$	$(010) : (001) = 78^{\circ}16'$
$\beta = 90\ 38,5$	$(001) : (100) = 87\ 2$
$\gamma = 100\ 35$	$(100) : (010) = 78\ 18$

Beob. Formen: $\{001\}$, $\{111\}$, $\{\bar{1}\bar{1}1\}$, $\{1\bar{1}1\}$, $\{\bar{1}\bar{1}\bar{1}\}$. Dünne Tafeln n. $\{001\}$.

	Berechnet:	Beobachtet:
$(\bar{1}\bar{1}1) : (001) = 75^{\circ}40'$		$75^{\circ}15'$
$(001) : (111)$	—	*64 24
$(111) : (1\bar{1}\bar{1})$	42 56	42 45
$(1\bar{1}1) : (001)$	—	*68 10
$(001) : (\bar{1}\bar{1}1)$	—	*60 52
$(\bar{1}\bar{1}1) : (\bar{1}\bar{1}\bar{1})$	50 58	50 57
$(111) : (\bar{1}\bar{1}1)$	—	*93 43
$(\bar{1}\bar{1}1) : \bar{1}\bar{1}\bar{1}$	63 18	63 7
$(\bar{1}\bar{1}1) : (1\bar{1}1)$	—	*104 54
$(1\bar{1}1) : (111)$	60 22	60 41

21. Triacetylmethylpyrogallol $C_6H_2CH_3(OCOCH_3)_3$.

Siehe O. Rosauer, Sitz.-Ber. d. Ak. Wien 1898, 107 (IIb), 602.

Monoklin. $a : b : c = 1,4892 : 1 : 1,5447$; $\beta = 94^{\circ}44'$.

Beob. Formen: $\{001\}$, $\{101\}$, $\{111\}$, $\{\bar{1}\bar{1}1\}$. Nur angenähert meßbar.

	Berechnet:	Beobachtet:
$(101) : (10\bar{1}) = 75^{\circ}9'$		$75^{\circ}9'$
$(10\bar{1}) : (00\bar{1})$	55 24	56 10
$(001) : (111)$	61 10	60 53
$(11\bar{1}) : (00\bar{1})$	66 4	67 0
$(101) : (111)$	42 6	42 14
$(10\bar{1}) : (11\bar{1})$	44 24	44 8
$(11\bar{1}) : (\bar{1}\bar{1}1)$	91 12	92 0
$(111) : (\bar{1}\bar{1}1)$	96 26	—
$(111) : (10\bar{1})$	79 2	—
$(11\bar{1}) : (101)$	79 27	—

22. Monoamidotrimethylgallussäuremethyläther-Chlorhydrat
 $C_6H_7NH_2.HCl(OCH)_3COOCH_3$.

Siehe A. M. Hamburg, Sitz.-Ber. d. Ak. Wien 1898, 107 (IIb), 655.

Rhombisch. $a : b : c = 0,6486 : 1 : 0,9490$.

Beob. Formen: $\{001\}$, $\{111\}$, $\{221\}$.

	Berechnet:	Beobachtet:
$(001) : (111) =$	—	*60 ⁰ 40'
$(111) : (1\bar{1}\bar{1})$	59 ⁰ 40'	59 30
$(001) : (221)$	74 0	—
$(111) : (221)$	13 50	13 40
$(111) : (\bar{1}\bar{1}1)$	—	*93 24

	Berechnet:	Beobachtet:
$(111):(1\bar{1}1) = 56^{\circ}20'$	—	—
$(221):(\bar{2}21) = 107\ 30$	—	—
$(221):(2\bar{2}1) = 62\ 64$	—	—

Sehr gut spaltbar parallel $\{001\}$.

Diese Fläche ist, wie man bei *Na*-Licht erkennt, senkrecht zur Normale der optischen Axen. Letztere sieht man auf einer senkrecht zur *a*-Axe geschliffenen Platte. Hierbei ist die zweite Mittellinie parallel der *b*-Axe. Der optische Charakter ist negativ, *AB* beiläufig 70° und $\varrho < \nu$.

23. Amidomethylgallussäuremethyläther.

Siehe A. M. Hamburg, Sitz.-Ber. d. Ak. Wien 1898, 107 (Ib), 656.

Monoklin. $a:b:c = 0,3998:1:0,2917$; $\beta = 97^{\circ}14'$.

Beob. Formen: $\{010\}$, $\{110\}$, $\{\bar{1}01\}$, $\{011\}$, $\{111\}$. Von $\{110\}$ ist oft nur ein Flächenpaar entwickelt.

	Berechnet:	Beobachtet:
$(010):(110) = 68^{\circ}23'$	—	$68^{\circ}41'$
$(110):(1\bar{1}0)$	—	$*43\ 14$
$(110):(111) = 45\ 14$	—	—
$(111):(011) = 32\ 22$	—	—
$(011):(\bar{1}01)$	—	$*41\ 18$
$(101):(\bar{1}\bar{1}0)$	—	$*64\ 6$
$(111):(\bar{1}01) = 73\ 40$	—	$74\ 0$
$(011):(0\bar{1}1) = 32\ 15$	—	—
$(111):(1\bar{1}1) = 47\ 36$	—	—

Die Krystalle sind rotbraun gefärbt und fluorescieren blau.

24. Phloroglucindiäthyläther.

Siehe H. Weidel und J. Pollak, Sitz.-Ber. d. Ak. Wien 106 (Ib), 347.

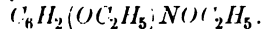
Tetragonal bipyramidal. $a:c = 1:0,2817$.

Beob. Formen: $\{111\}$, $\{100\}$, $\{110\}$, $\{131\}$.

	Berechnet:	Beobachtet:
$(010):(131) = 50^{\circ}52'$	—	$50^{\circ}59'$
$(010):(111) = 74\ 50$	—	$74\ 47$
$(131):(111) = 23\ 58$	—	$23\ 47$
$(111):(1\bar{1}1)$	—	$*30\ 20$
$(110):(111) = 68\ 17$	—	$68\ 21$
$(110):(131) = 53\ 29$	—	$53\ 0$
$(131):(13\bar{1}) = 96\ 36$	—	$97\ 0$

Der optische Charakter ist positiv.

25. 3,5-Diäthoxyorthoquinon-2-Monoximäthyläther



Siehe H. Weidel und J. Pollak, Sitz.-Ber. d. Ak. Wien 1898, 107 (Ib), 360.

Triklin. $a:b:c = 0,6322:1:0,4857$.

$\alpha = 90^{\circ}10'$	$(010):(001) = 94^{\circ}34'$
$\beta = 62\ 24$	$(001):(100) = 117\ 57$
$\gamma = 96\ 24$	$(100):(010) = 80\ 27$

Beob. Formen: $\{010\}$, $\{001\}$, $\{110\}$, $\{\bar{1}10\}$, $\{111\}$, $\{\bar{1}\bar{1}\bar{1}\}$. Die dunkel-roten, durchscheinenden Krystalle sind durch das Vorherrschen der Fläche $\{010\}$ tafelförmig.

	Berechnet:	Beobachtet:
$\{010\} : \{001\}$	$= 94^{\circ} 34'$	$94^{\circ} 34'$
$\{110\} : \{010\}$	—	$*53 \ 38$
$\{010\} : \{\bar{1}10\}$	—	$*66 \ 27$
$\{\bar{1}10\} : \{\bar{1}\bar{1}0\}$	$59 \ 55$	$59 \ 56$
$\{010\} : \{111\}$	—	$*62 \ 15$
$\{111\} : \{\bar{1}\bar{1}\bar{1}\}$	—	$*50 \ 7$
$\{111\} : \{010\}$	$67 \ 38$	$67 \ 36$
$\{110\} : \{111\}$	—	$*59 \ 30$
$\{111\} : \{001\}$	$55 \ 29$	—
$\{001\} : \{\bar{1}\bar{1}\bar{1}\}$	$49 \ 36$	—
$\{111\} : \{\bar{1}10\}$	$64 \ 42$	$64 \ 52$
$\{\bar{1}10\} : \{111\}$	$85 \ 38$	—
$\{\bar{1}10\} : \{\bar{1}\bar{1}\bar{1}\}$	$89 \ 5$	—

26. Äthyl-Pyriphloron-Diäthyläther

(3, 5-Diathoxy-Äthenyl-2-Amidophenol) $C_{12}H_{15}NO_3$.

Siehe D. Moldauer, Sitz.-Ber. d. Ak. Wien 1896, 105, 457.

Triklin.

$$a : b : c = 0,4805 : 1 : 0,4696.$$

$\alpha = 89^{\circ} 56'$	$\{010\} : \{001\} = 80^{\circ} 30'$
$\beta = 94 \ 22$	$\{001\} : \{100\} \quad 88 \ 37$
$\gamma = 99 \ 30$	$\{100\} : \{010\} \quad 89 \ 50$

Beob. Formen: $\{010\}$, $\{001\}$, $\{011\}$, $\{101\}$, $\{110\}$, $\{\bar{1}\bar{1}0\}$.

	Berechnet:	Beobachtet:
$\{010\} : \{011\}$	$= 57^{\circ} 7'$	—
$\{011\} : \{001\}$	$23 \ 23$	—
$\{101\} : \{001\}$	—	$*43^{\circ} 30'$
$\{110\} : \{010\}$	—	$*63 \ 52$
$\{010\} : \{\bar{1}\bar{1}0\}$	—	$*64 \ 4$
$\{010\} : \{101\}$	—	$*83 \ 16$
$\{110\} : \{101\}$	$46 \ 46$	$47 \ 6$
$\{110\} : \{001\}$	$84 \ 37$	—
$\{110\} : \{011\}$	$75 \ 6$	—
$\{011\} : \{101\}$	$48 \ 21$	—
$\{101\} : \{\bar{1}\bar{1}0\}$	—	$*54 \ 20$
$\{\bar{1}\bar{1}0\} : \{001\}$	$87 \ 11$	—

27. Chlorhydrat des symmetrischen Diäthylamidomonooxybenzols

$C_{10}H_{15}N_2OCl_2$.

Siehe J. Pollak, Sitz.-Ber. d. Ak. Wien 1893, 102 (Ib), 444.

Triklin.

$$a : b : c = 1 : 0,3734 : 0,6749.$$

$\alpha = 92^{\circ} 31,5'$	$\{010\} : \{001\} = 86^{\circ} 26'$
$\beta = 96 \ 41$	$\{001\} : \{100\} \quad 83 \ 19$
$\gamma = 93 \ 34$	$\{100\} : \{010\} \quad 87 \ 28,5$

Beob. Formen: $\{001\}$, $\{100\}$, $\{110\}$, $\{101\}$ und $\{101\}$ nur als sehr gute Spaltungsfläche.

	Berechnet:	Beobachtet:
$(\bar{1}00):(001)$	$= 96^{\circ}41'$	$96^{\circ}41'$
$(100):(101)$	51 26	51 27
$(101):(001)$	31 53	—
$(001):(\bar{1}01)$	36 6	36 6
$(\bar{1}01):(\bar{1}00)$	60 35	60 35
$(1\bar{1}0):(100)$	71 38	71 38
$(100):(110)$	67 13	67 13
$(110):(\bar{1}10)$	41 9	41 20
$(110):(001)$	84 23	84 11
$(1\bar{1}0):(001)$	91 0	91 0
$(\bar{1}\bar{1}0):(\bar{1}01)$	81 43	81 52
$(\bar{1}10):(\bar{1}01)$	78 19	—

28. Diacetylderivat des symmetrischen Diäthylamidomonoxybenzols
 $C_{14}H_{20}O_3N_2$.

Siehe J. Pollak, Sitz.-Ber. d. Ak. Wien 1893, 102 (IIb), 448.

Monoklin. $a:b:c = 0,8054:1:0,4059$; $\beta = 91^{\circ}13'$.

Beob. Formen: $\{100\}$, $\{010\}$, $\{111\}$, $\{\bar{1}\bar{1}1\}$, $\{\bar{1}21\}$.

	Berechnet:	Beobachtet:
$(100):(010)$	$= 90^{\circ}0'$	$89^{\circ}50'$
$(100):(111)$	—	*64 3
$(111):(\bar{1}\bar{1}1)$	50 3	49 40
$(\bar{1}\bar{1}1):(100)$	—	*65 54
$(\bar{1}00):(\bar{1}21)$	69 27	69 6
$(010):(111)$	70 14	69 40
$(111):(\bar{1}\bar{1}1)$	39 32	39 10
$(010):(\bar{1}\bar{1}1)$	—	*69 55
$(010):(\bar{1}21)$	53 50	54 5

Vollkommen spaltbar nach $\{100\}$.

29. Triacetylderivat des symmetrischen Diäthylamido-
monoxybenzols.

Siehe J. Pollak, Sitz.-Ber. d. Ak. Wien 1893, 102 (IIb), 447.

Triklin. $a:b:c = 1:1,0459:1,6598$.

$\alpha = 79^{\circ}53'$	$(010):(001) = 112^{\circ}55'$
$\beta = 65 54$	$(001):(100) = 121 21$
$\gamma = 112 7$	$(100):(010) = 60 5$

Beob. Formen: $\{\bar{1}\bar{1}0\}$, $\{110\}$, $\{001\}$, $\{101\}$, $\{011\}$, $\{\bar{1}01\}$.

	Berechnet:	Beobachtet:
$(\bar{1}\bar{1}0):(001)$	= —	*79^{\circ}30'
$\{110\}:(\bar{1}\bar{1}0)$	—	*97 56
$(101):(001)$	—	*86 52
$(001):(\bar{1}01)$	38^{\circ}9'	38 10
$\{101\}:(101)$	54 59	55 8
$(101):(\bar{1}\bar{1}0)$	—	*47 5
$(011):(001)$	74 57	—
$(110):(011)$	57 39	57 32
$(011):(\bar{1}01)$	91 10	90 40
$(\bar{1}01):(\bar{1}\bar{1}0)$	31 11	31 10

	Berechnet:	Beobachtet:
$(\bar{1}\bar{1}0) : (101) =$	—	$*55^{\circ}38'$
$(104) : (011)$	$67^{\circ}50'$	$67\ 24$
$(011) : (\bar{1}\bar{1}0)$	$56\ 32$	$56\ 35$
$(\bar{1}04) : (\bar{1}\bar{1}0)$	$59\ 58$	—

30. Methylphloramin-Chlorhydrat $C_7H_9NO_2.HCl + H_2O$.

Siehe A. Friedl, Sitz.-Ber. d. Ak. Wien 1900, 109 IIb, 346.

Monoklin. $a:b:c = 0,8437:1:0,8893$; $\beta = 111^{\circ}58'$.Beob. Formen: $\{110\}$, $\{100\}$, $\{010\}$, $\{001\}$, $\{101\}$, $\{\bar{1}\bar{1}\bar{1}\}$. Honiggelbe Nadeln nach der c -Axe.

	Berechnet:	Beobachtet:
$(100) : (110) =$	$37^{\circ}2'$	$37^{\circ}2'$
$(100) : (001)$	$68\ 2$	$68\ 2$
$(100) : (101)$	$32\ 18$	$32\ 28$
$(110) : (001)$	$72\ 38$	$72\ 33$
$(\bar{1}\bar{1}\bar{1}) : (001)$	$65\ 40$	$65\ 50$
$(111) : (\bar{1}\bar{1}0)$	$41\ 42$	$41\ 37$
$(111) : (\bar{1}\bar{1}\bar{1})$	$70\ 12$	—
$(111) : (100)$	$59\ 55$	—

31. 1,4-Dimethyl-2-Äthyl-6-Acetyl-3,5-Dibromphlorotriol
 $C_6H_3Br_2OCH_3.OC_2H_5.OC_2H_3O$.

Siehe Herzig und Eisenstein, Sitz.-Ber. d. Ak. Wien 1902, 111 IIb, 352.

Monoklin. $a:b:c = 0,8105:1:0,3905$; $\beta = 100^{\circ}10'$.Beob. Formen: $\{010\}$, $\{110\}$, $\{100\}$, $\{210\}$, $\{\bar{1}\bar{1}\bar{1}\}$, $\{\bar{1}21\}$, $\{111\}$.

	Berechnet:	Beobachtet:
$(010) : (110) =$	—	$*51^{\circ}25'$
$(010) : (210)$	$68^{\circ}15'$	$68\ 17$
$(111) : (\bar{1}\bar{1}\bar{1})$	$36\ 7$	—
$(010) : (\bar{1}\bar{1}\bar{1})$	—	$*69\ 30$
$(010) : (\bar{1}21)$	$53\ 13$	$53\ 26$
$(\bar{1}\bar{1}\bar{1}) : (\bar{1}\bar{1}\bar{1})$	$41\ 0$	$40\ 42$
$(111) : (\bar{1}\bar{1}\bar{1})$	$56\ 7$	—
$(\bar{1}\bar{1}\bar{1}) : (\bar{1}00)$	—	$*73\ 53$
$(110) : (111)$	$52\ 40$	$51\ 52$
$(\bar{1}\bar{1}\bar{1}) : (\bar{1}\bar{1}0)$	$64\ 11$	$64\ 34$
$(\bar{1}\bar{1}\bar{1}) : (\bar{1}\bar{1}0)$	$90\ 5$	$90\ 20$
$(210) : (111)$	$52\ 44$	—
$(210) : (\bar{1}\bar{1}\bar{1})$	$67\ 17$	$67\ 22$

32. 1,2-Dimethyl-4-Äthyl-6-Acetyl-3,5-Dibromphlorotriol
 $C_6H_3Br_2OC_2H_5.OCH_3.OC_2H_3O$.

Siehe Herzig und Eisenstein, Sitz.-Ber. d. Ak. Wien 1902, 111 IIb, 351

Triklin. $a:c = 1:1,070$.

$\alpha = 92^{\circ}22'$	$(010) : (001) =$	$88^{\circ}20'$
$\beta = 105\ 56$	$(001) : (100)$	$74\ 10$
$\gamma = 86\ 34$	$(100) : (010)$	$92\ 50$

Beob. Formen: $\{100\}$, $\{010\}$, $\{\bar{1}01\}$, $\{001\}$, $\{101\}$.

	Berechnet:	Beobachtet:
(100):(010) =	—	*87° 40'
(100):(101)	35° 36'	35 49
(100):(001)	—	*74 40
(100):(101)	—	*129 40
(010):(001)	88 20	—
(010):(101)	90 56	—
(010):(101)	—	*86 14

33. 2,4-Dimethylphloroglucin $C_6H(CH_3)_2(OH)_3$.

Siehe H. Weidel und F. Wenzel, Sitz.-Ber. d. Ak. Wien 1898, 107 (Ib), 345.

Monoklin. $a:b:c = 1,0942:1:0,3686$; $\beta = 106^\circ 47'$.

Beob. Formen: {110}, {001}, {111}, {302}, {310}, {312}, {332}, {531}.

	Berechnet:	Beobachtet:
(110):(110) =	92° 40'	92° 40'
(310):(310)	28 30	—
(110):(310)	65 35	66 0
(110):(111)	54 58	55 30
(111):(001)	23 32	23 0
(001):(332)	40 2	39 0
(332):(110)	60 44	62 0
(111):(111)	33 34	—
(302):(001)	22 53	—
(302):(312)	8 9	8 15
(310):(312)	49 59	—
(310):(001)	74 41	—
(310):(312)	56 39	—
(110):(302)	63 54	65 0
(110):(312)	57 28	58 0
(110):(312)	70 48	69 0
(110):(531)	29 20	28 42
(110):(111)	84 30	81 0
(531):(001)	52 6	—
(531):(531)	51 20	—
(531):(110)	75 46	75 42
(332):(332)	56 44	—
(332):(001)	40 2	—
(111):(332)	43 39	—
(110):(332)	100 48	—

Spaltbarkeit nach {110}. Durch {001} eine optische Axe sichtbar, wobei die Axenebene den spitzen Winkel der beiden Prismenflächen zu halbieren scheint. Demzufolge ist die Ebene der optischen Axen parallel der Symmetrieebene.

34. 2,4-Dimethylphloroglucin $C_6H(CH_3)_2(OH)_3 + 3H_2O$.

Siehe H. Weidel und F. Wenzel, Sitz.-Ber. d. Ak. Wien 1898, 107 (Ib), 346.

Monoklin. $a:b = 1,402:1$; $\beta = 96^\circ 20'$.

Beob. Formen: {110}, {100}, {010}, {001}. Verwitternde Nadeln.

	Berechnet:	Beobachtet:
$(100):(001) =$	$83^{\circ}40'$	$83^{\circ}40'$
$(100):(110)$	$54\ 20$	$54\ 20$
$(110):(001)$	$86\ 19$	$86\ 0$

35. Trimethylphloroglucin $C_9H_{12}O_3 + 3H_2O$.

Krystalle von Dr. Wenzel.

Monoklin. $a:b:c = 1,5626:1:1,6286$; $\beta = 103^{\circ}20'$.Beob. Formen: $\{110\}$, $\{100\}$, $\{001\}$, $\{\bar{1}01\}$.

	Berechnet:	Beobachtet:
$(100):(001) =$	$76^{\circ}40'$	$76^{\circ}40'$
$(001):(\bar{1}01)$	$53\ 10$	$56\ 10$
$(110):(\bar{1}10)$	$66\ 40$	$63\ 40$
$(110):(001)$	$82\ 43$	—
$(110):(10\bar{1})$	$68\ 23$	—

Sehr gut spaltbar nach (001) . Auf Spaltungsstücken sieht man beide Axen in der Symmetrieebene vollkommen symmetrisch liegen, auch war keine geneigte Dispersion zu constatieren. Die sehr starke Doppelbrechung ist negativ, der scheinbare Winkel etwa 80° .

36. Tribromtrimethylphloroglucin $C_6Br_3(CH_3)_3O_3$.

Siehe K. Rohm, Sitz.-Ber. d. Ak. Wien 1900, 109 (IIb), 276.

Monoklin. $a:b:c = 0,9911:1:1,5517$; $\beta = 107^{\circ}57'$.Beob. Formen: $\{110\}$, $\{100\}$, $\{001\}$, $\{120\}$, $\{011\}$, $\{\bar{1}02\}$.

	Berechnet:	Beobachtet:
$(100):(001) =$	—	$*72^{\circ}3'$
$(001):(\bar{1}02)$	$44^{\circ}28'$	$44\ 14$
$(\bar{1}02):(\bar{1}00)$	$63\ 29$	$63\ 48$
$(100):(110)$	—	$*43\ 19$
$(100):(120)$	$62\ 4$	—
$(110):(120)$	$18\ 45$	$18\ 20$
$(110):(\bar{1}10)$	$93\ 22$	—
$(210):(\bar{2}10)$	$55\ 52$	$55\ 44$
$(011):(001)$	—	$*55\ 53$
$(\bar{1}02):(011)$	$66\ 24$	$66\ 58$
$(120):(10\bar{2})$	$77\ 56$	—
$(110):(011)$	$46\ 5$	$46\ 9$
$(1\bar{1}0):(011)$	$63\ 45$	—

Ebene der optischen Axen parallel der Symmetrieebene.

37. Monobromtrimethylphloroglucin $C_6H_2Br(CH_3)_3O_3$.

Siehe J. Herzig und F. Theuer, Sitz.-Ber. d. Ak. Wien 1900, 109 (IIb), 794.

Monoklin. $a:b:c = 1,373:1:1,116$; $\beta = 94^{\circ}50'$.Beob. Formen: $\{001\}$, $\{100\}$, $\{111\}$, $\{\bar{1}11\}$, $\{102\}$.

	Beobachtet:	Berechnet:
(100):(001) =	—	*85° 40'
(100):(102)	85° 47'	—
(100):(111)	—	*59 0
(111):(100)	64 0	63 32
(004):(102)	—	*29 4
(004):(111)	52 10	—
(111):(111)	71 56	—
(111):(111)	100 40	—
(111):(111)	95 58	—
(102):(111)	32 18	—
(102):(111)	35 10	35 2

Die zuerst erhaltenen Krystalle waren etwa 2 mm groß, gelblich und durchsichtig und zeigten auf der Fläche (001), welche nahezu senkrecht zur ersten Mittellinie ist, Kreuzung der Ebenen der optischen Axen für die verschiedenen Farben. Während die Ebene der Axen für rot und gelb parallel der Symmetrieaxe ist, steht sie für blau darauf senkrecht. Der optische Charakter ist negativ, was man bei Lithium- und Natriumlicht leicht erkennt. Für Thalliumlicht fallen die Axen schon in die andere Ebene.

Später erhaltene, bedeutend größere (4 mm) Krystalle zeigten die Kreuzung der Axenebenen nicht. Alle Farben hatten dieselbe Lage wie blau. Für rot war der Axenwinkel schon 20° bis 30° und für blau so groß, daß die Axen nicht mehr sichtbar waren. Die letzteren Krystalle waren auch dunkel gelbbraun und die Fläche (101) weniger hervortretend.

38. Acetyltrimethylphloroglucin $C_6(CH_3)_3(OC_2H_3O)_3$.

Siehe H. Weidel und F. Wenzel, Sitz.-Ber. d. Ak. Wien 1898, 107 (IIb), 305.

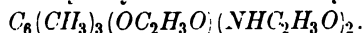
Monoklin. $a : b : c = 0,7706 : 1 : 0,9824$; $\beta = 100^\circ 30'$.

Beob. Formen: {100}, {001}, {110}, {111}, {010}.

	Beobachtet:	Berechnet:
(001):(100) =	—	*100° 30'
(100):(110)	—	*37 19
(110):(010)	52° 51'	54 0
(110):(110)	105 42	105 56
(110):(001)	81 40	82 3
(001):(111)	64 7	64 18
(111):(110)	—	*34 13
(111):(010)	56 40	—
(100):(111)	51 35	51 12
(111):(110)	99 7	100 0

Ebene der optischen Axen parallel der Symmetrieebene, die optischen Axen selbst sind durch (100) nicht zu sehen, die zur Normale von (100) wenig geneigte Mittellinie hat positiven Charakter.

39. Triacetyloxydiamidotrimethylbenzol



Siehe H. Weidel und F. Wenzel, Sitz.-Ber. d. Ak. Wien 1898, 107 (IIb), 299.

Rhombisch. $a : b : c = 0,9436 : 1 : 0,6326$.

Beob. Formen: $\{110\}$, $\{100\}$, $\{010\}$, $\{011\}$, $\{101\}$, $\{210\}$, $\{120\}$, $\{520\}$, $\{250\}$, $\{255\}$, $\{235\}$. Prismatisch nach der c -Axe.

	Berechnet:	Beobachtet:
$(010):(250)$	$= 23^{\circ} 39'$	—
$(010):(120)$	28 41	—
$(010):(110)$	47 35	—
$(010):(210)$	65 27	—
$(010):(520)$	69 55	$69^{\circ} 22'$
$(110):(1\bar{1}0)$	—	$*84\ 50$
$(110):(250)$	23 56	23 48
$(110):(120)$	18 54	18 42
$(110):(210)$	17 52	17 30
$(100):(101)$	55 18	—
$(011):(0\bar{1}1)$	—	$*64\ 38$
$(011):(101)$	45 59	45 49
$(2\bar{5}5):(0\bar{1}1)$	13 10	13 20
$(2\bar{5}5):(101)$	36 7	—
$(2\bar{5}5):(2\bar{5}0)$	55 22	—
$(2\bar{5}5):(1\bar{1}0)$	58 38	—
$(110):(011)$	68 52	68 49
$(011):(\bar{2}35)$	18 28	18 26
$(\bar{2}35):(\bar{1}01)$	27 31	—
$(\bar{1}01):(\bar{1}\bar{1}0)$	65 9	64 45

Ebene der optischen Axen (001) , erste Mittellinie parallel der a -Axe. Die Dispersion der optischen Axen ist so stark, daß die Krystalle für rot beinahe einaxig sind.

40. Methylpentachlortriketo-R-hexylen $C_7H_5Cl_5O_3$.

Siehe M. Schneider, Sitz.-Ber. d. Ak. Wien 1899, 108 (IIb), 130.

Rhombisch. $a:b:c = 0,9490:1:0,5774$.

Beob. Formen: $\{001\}$, $\{110\}$, $\{111\}$, $\{101\}$, $\{010\}$. Verwitternd und nur approximativ meßbar.

	Berechnet:	Beobachtet:
$(010):(011)$	$= 30^{\circ} 0'$	30°
$(010):(110)$	46 30	$46\frac{1}{2}$
$(011):(111)$	27 47	—
$(010):(111)$	63 45	—
$(001):(111)$	39 59	—
$(110):(101)$	69 52	—

Ziemlich gut spaltbar parallel (001) . Solche Teilungsstücke zeigen beide optischen Axen ziemlich symmetrisch gegen die Mitte gelegen, wobei die Axenebene parallel den Flächen (011) ist, also den spitzen Winkel des Prismas $\{110\}$ halbiert. Der optische Charakter ist positiv, der scheinbare Winkel der optischen Axen ungefähr 45° . Dispersion der Axen war nicht zu bemerken.

41. Dimethyltetrachlortriketo-R-hexylen $C_8H_6Cl_4O_3$.

Siehe M. Schneider, Sitz.-Ber. d. Ak. Wien 1899, 108 (IIb), 110.

Monoklin. $a:b = 0,9969:1$; $\beta = 107^{\circ} 50'$.

Beob. Formen: $\{001\}$, $\{100\}$, $\{110\}$, $\{120\}$.

	Berechnet:	Beobachtet:
(100):(001) =	—	*72° 10'
(110):(100)	—	*43 30
(110):(110)	93° 0'	93 22
(120):(100)	62 13	—
(120):(110)	74 17	74 48
(110):(001)	77 10	77 12
(120):(001)	81 48	—

Ebene der optischen Axen parallel der Symmetrieebene, erste Mittellinie nahezu senkrecht zu (001) und zeigt positiven Charakter.

42. Trimethyltrichlortriketo-R-hexylen $C_9H_9O_3Cl_3$.

Siehe M. Schneider, Sitz.-Ber. d. Ak. Wien 1899, 108 (IIb), 149.

Monoklin. $a:b:c = 1,0003:1:0,977$; $\beta = 107^\circ 35'$.

Beob. Formen: {100}, {110}, {120}, {001}, {101}, {111}, {121}.

	Berechnet:	Beobachtet:
(100):(101) =	—	*36° 45'
(100):(001)	—	*72 25
(100):(110)	43° 43'	43 32
(100):(120)	—	*62 24
(101):(111)	30 19	31 0
(111):(121)	19 9	20 0
(110):(001)	77 23	—
(111):(001)	45 28	—
(111):(100)	46 14	—
(111):(110)	81 19	—
(111):(120)	39 3	—
(111):(120)	96 47	—
(120):(001)	81 57	—
(121):(001)	58 8	—
(121):(110)	25 37	—
(121):(100)	58 37	—
(121):(110)	98 34	—
(121):(120)	115 37	—
(101):(110)	54 37	—
(101):(120)	68 13	—

Eine Platte parallel der Fläche (001) zeigt zwei optische Axen in ungleicher Entfernung von der Mitte. Die Ebene derselben ist parallel der Symmetrieebene, der optische Charakter negativ und der scheinbare Axenwinkel beiläufig 60° .

43. 2,4-Dimethyl-4,1,3,5-Tetrachlor-Phlorodiol-6-on.

Siehe H. Kaserer, Sitz.-Ber. d. Ak. Wien 1902, 111 (IIb), 585.

Rhombisch. $a:b:c = 0,8456:1:0,5692$.

Beob. Formen: {010}, {110}, {111}.

	Berechnet:	Beobachtet:
(010):(110) =	—	*49° 47'
(110):(110)	80° 26'	80 48
(111):(111)	50 34	—

	Berechnet:	Beobachtet:
$(110):(111) =$	—	$*48^{\circ}35'$
$(111):(\bar{1}\bar{1}\bar{1})$	$82^{\circ}50'$	83 8
$(1\bar{1}0):(111)$	83 41	83 58
$(111):(\bar{1}\bar{1}\bar{1})$	60 42	60 46

Spaltbar nach (010).

Doppelbrechung +, Ebene der optischen Axen (100), c erste Mittellinie, $2E = 90^{\circ}$ circa.

44. Tetramethylphloroglucinmonomethyläther $C_6H(CH_3)_4(OCH_3)O_2$.

Siehe M. Reisch, Sitz.-Ber. d. Ak. Wien 1899, 108 (IIb), 252.

Triklin. $a:b:c = 0,9644:1:0,7039$.

$\alpha = 79^{\circ}6'$	$(010):(001) =$	$100^{\circ}44'$
$\beta = 92 1$	$(001):(100)$	89 30
$\gamma = 98 6$	$(100):(010)$	82 8

Beob. Formen: {010}, {100}, {001}, {011}, {110}, {310}, {111}.

	Berechnet:	Beobachtet:
$(100):(001) =$	—	$*89^{\circ}30'$
$(100):(110)$	—	$*40 36$
$(110):(010)$	—	$*41 32$
$(100):(310)$	$23^{\circ}22'$	23 52
$(110):(310)$	17 14	16 44
$(010):(011)$	—	$*61 54$
$(011):(001)$	—	$*38 50$
$(001):(110)$	96 41	96 50
$(001):(111)$	50 52	50 7
$(110):(111)$	45 49	46 38
$(001):(310)$	93 50	—
$(100):(011)$	84 52	85 10
$(100):(111)$	53 12	52 58
$(011):(111)$	31 40	32 12
$(010):(111)$	63 14	—

45. Hexamethylphloroglucin $C_6(CH_3)_6O_3$.

Siehe R. Reisch, Sitz.-Ber. d. Ak. Wien 1899, 108 (IIb), 226.

Monoklin. $a:b:c = 0,6862:1:0,4063$; $\beta = 96^{\circ}37'$.

Beob. Formen: {010}, {100}, {110}, {120}, {011}.

	Berechnet:	Beobachtet:
$(010):(110) =$	—	$*48^{\circ}38'$
$(010):(\bar{1}\bar{2}0)$	$29^{\circ}35'$	29 47
$(010):(011)$	—	$*68 1$
$(100):(011)$	—	$*84 41$
$(011):(110)$	71 0	71 6
$(011):(120)$	67 51	67 38
$(011):(\bar{1}\bar{2}0)$	80 23	—
$(011):(\bar{1}\bar{2}0)$	74 10	—

Die Ebene der optischen Axen ist parallel der Symmetrieebene, eine optische Axe ist nahezu senkrecht zur Fläche (100).

46. Normetahemipinsäure $C_8H_6O_6 + H_2O$.

Siehe O. Rossin, Sitz.-Ber. d. Ak. Wien 1894, 100 (IIb), 464.

Rhombisch. $a : b : c = 0,8837 : 1 : 0,5879$.Beob. Formen: $\{010\}$, $\{100\}$, $\{001\}$, $\{111\}$.

	Berechnet:	Beobachtet:
$(100) : (111) =$	—	*60° 40'
$(010) : (111)$	63° 54'	63 45
$(111) : (\bar{1}\bar{1}\bar{1})$	—	*52 12
$(111) : (11\bar{1})$	96 48	96 58

Die Krystalle sind spaltbar parallel (100) . Auf solchen Spaltungsstücken sieht man die beiden optischen Axen am Rande des Gesichtsfeldes, wobei die zweite Mittellinie parallel der Axe c und die erste Mittellinie negativen Charakter hat.

47. 3-Methoxy-2,6-Dimethyl-Phentriol $C_9H_{12}O_4$.

Siehe C. Bosse, Sitz.-Ber. d. Ak. Wien 1900, 109 (IIb), 830.

Monoklin. $a : b : c = 0,6123 : 1 : 0,6230$; $\beta = 125^\circ 22'$.Beob. Formen: $\{010\}$, $\{110\}$, $\{021\}$, $\{011\}$, $\{001\}$, $\{\bar{1}\bar{1}\bar{1}\}$.

	Berechnet:	Beobachtet:
$(010) : (110) =$	—	*63° 28'
$(110) : (\bar{1}\bar{1}\bar{0})$	53° 4'	53 3
$(010) : (021)$	44 32	44 50
$(010) : (011)$	—	*63 4
$(011) : (021)$	18 32	—
$(011) : (001)$	26 56	26 58
$(010) : (\bar{1}\bar{1}\bar{1})$	61 15	—
$(\bar{1}\bar{1}\bar{0}) : (001)$	58 48	58 34
$(001) : (\bar{1}\bar{1}\bar{1})$	65 28	66 0
$(011) : (110)$	48 24	48 12
$(011) : (\bar{1}\bar{1}\bar{0})$	105 2	105 5
$(011) : (\bar{1}\bar{1}\bar{1})$	53 58	—
$(110) : (021)$	—	*47 2
$(021) : (\bar{1}\bar{1}\bar{1})$	49 52	52 0
$(\bar{1}\bar{1}\bar{0}) : (021)$	92 33	92 36

Ebene der optischen Axen wahrscheinlich (010) .

48. Äthyläther des Triphenylcarbinols.

Siehe J. Herzig und P. Wengraf, Sitz.-Ber. d. Ak. Wien 1904, 110 (IIb), 528.

Monoklin. $a : b : c = 0,6257 : 1 : 0,5056$; $\beta = 120^\circ 41'$.Beob. Formen: $\{001\}$, $\{010\}$, $\{110\}$, $\{011\}$. Tafelförmig nach (001) oder prismatisch nach c .

	Berechnet:	Beobachtet:
$(010) : (110) =$	—	*61° 43'
$(010) : (011)$	—	*66 30
$(110) : (001)$	—	*63 18
$(110) : (011)$	53° 3'	—
$(\bar{1}\bar{1}\bar{0}) : (011)$	102 53	102 41

49. Tetramethylhämatoxylin.

Krystalle von Prof. J. Herzig.

Monoklin. $a:b:c = 2,1865:1:1,2473$; $\beta = 90^\circ 46'$.Beob. Formen: $\{101\}$, $\{10\bar{1}\}$, $\{110\}$, $\{100\}$.

	Berechnet:	Beobachtet:
$(100):(101) =$	$59^\circ 43'$	$59^\circ 40'$
$(101):(\bar{1}01)$	—	$*59\ 24$
$(\bar{1}01):(\bar{1}00)$	60 53	60 28
$(100):(110)$	65 25	65 20
$(110):(\bar{1}10)$	—	$*49\ 10$
$(110):(101)$	—	$*77\ 53$
$(110):(10\bar{1})$	78 19	78 11

Ebene der optischen Axen parallel der Symmetrieebene.

50. Peucedanin.

Siehe M. Popper, Sitz.-Ber. d. Ak. Wien 1898, 107 (IIb), 335.

Trigonal. $\alpha = 149^\circ 17'$.

Die Krystalle sind Combinationen des Deutero Prismas $\{\bar{1}10\}$ und des Rhomboëders $\{100\}$; sie sind nach der Hauptaxe verlängert. Ganz schmal tritt auch das Protoprisma $\{2\bar{1}\bar{1}\}$ auf.

Die Flächen des Rhomboëders sind schuppig.

	Berechnet:	Beobachtet:
$(010):(100) =$	$23^\circ 40'$	$24^\circ 10'$
$(100):(2\bar{1}\bar{1})$	76 18	76 30
$(100):(11\bar{2})$	83 12	—

Der optische Charakter ist negativ.

51. Anthraphenon $C_{14}H_9COOC_6H_5$.

Siehe Ed. Lippmann und P. Keppich, Ber. d. d. chem. Ges. 1900, 33, 3086.

Monoklin. $a:b:c = 1,1704:1:0,8623$; $\beta = 94^\circ 34'$.Beob. Formen: $\{110\}$, $\{100\}$, $\{011\}$, $\{101\}$, $\{\bar{1}11\}$.

	Berechnet:	Beobachtet:
$(100):(101) =$	$50^\circ 45'$	—
$(100):(110)$	—	$*49^\circ 24'$
$(110):(\bar{1}10)$	81 12	81 2
$(011):(0\bar{1}1)$	81 28	—
$(100):(011)$	—	$*86\ 32$
$(011):(\bar{1}11)$	30 8	29 24
$(\bar{1}10):(\bar{1}11)$	42 40	—
$(101):(011)$	51 28	50 0
$(\bar{1}10):(\bar{1}0\bar{1})$	65 39	66 0
$(011):(110)$	—	$*57\ 42$
$(\bar{1}11):(\bar{1}\bar{1}\bar{1})$	70 46	—

Die lichtgelben Krystalle sind nach der c -Axe stark verlängert, die Formen $\{100\}$, $\{101\}$, $\{\bar{1}11\}$ treten nur untergeordnet auf.

52. Pyridin- β -sulfosaures Ammon $C_5H_4SO_3(NH_4)N$.

Siehe H. Weidel und E. Murmann, Sitz.-Ber. d. Ak. Wien 1895, 104 (IIb), 611.

Monoklin. $a:b:c = 1,5866:1:2,2897$; $\beta = 101^\circ 42'$.

Beob. Formen: $\{001\}$, $\{110\}$, $\{100\}$, $\{10\bar{1}\}$.

	Berechnet:	Beobachtet:
$(100):(001) = 78^\circ 18'$		$78^\circ 20'$
$(\bar{1}00):(001)$	$101\ 42$	$101\ 42$
$(001):(\bar{1}01)$	$63\ 26$	$63\ 26$
$(\bar{1}01):(\bar{1}00)$	$38\ 18$	$38\ 6$
$(110):(\bar{1}\bar{1}0)$	$114\ 28$	$114\ 28$
$(110):(\bar{1}10)$	$65\ 32$	—
$(001):(\bar{1}10)$	$96\ 18$	$96\ 18$
$(\bar{1}10):(\bar{1}01)$	$64\ 52$	—

Sehr gut spaltbar parallel (100) und der nicht beobachteten Symmetrieebene (010) . Letztere Fläche ist senkrecht zur ersten Mittellinie, die Axenpunkte liegen aber schon außerhalb des Gesichtsfeldes: optischer Charakter negativ. Die zweite Mittellinie ist nahezu senkrecht zur Kante $[100:110]$.

53. Picolinsäure-Chlorhydrat $C_6H_4NCOOH.HCl$.

Siehe H. Meyer, Sitz.-Ber. d. Ak. Wien 1894, 108 (IIb), 131.

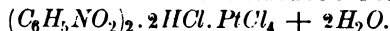
Nach den Messungen von L. Ditscheiner gehören diese Krystalle ins rhombische System, wobei

$$a:b:c = 1:0,8993:0,5635.$$

Dieselben sind vollkommen spaltbar nach (010) und zeigen durch diese Fläche die optischen Axen mit einem scheinbaren Winkel von beiläufig 70° , wobei derselbe für rot kleiner ist als für violett. Da die Doppelbrechung sehr stark ist, so wurde die Bestimmung des negativen Charakters bei Na-Licht vorgenommen. Die zweite Mittellinie ist parallel der c -Axe.

Die drei Hauptbrechungsquotienten wurden ermittelt, indem einerseits der scheinbare Axenwinkel, andererseits die Minimalablenkung beider Strahlen durch das von den Flächen (101) und $(10\bar{1})$ gebildete Prisma von $58^\circ 36'$ gemessen wurde. Es wurde so gefunden:

	α	β	γ (ber.):	$2H$	$2E$ (ber.):
Li	1,4438	1,6947	1,7441	$72^\circ 40'$	$40^\circ 56'$
Na	1,4482	1,7050	1,7540	73 52	41 16
Th	1,4514	1,7134	1,7642	75 42	41 54

54. γ -Pyridincarbonsäure-Salzsäure-Platinchlorid

Siehe L. Ternájkó, Sitz.-Ber. d. Ak. Wien 1900, 109 (IIb), 362.

Die Messungen stimmen vollkommen mit den von A. Brezina für Isonicotinsäure-Platinchlorid gefundenen (Sitz.-Ber. d. Ak. Wien 1879, 80 (II), 853), nach welchen das Krystallsystem monoklin und $a:b:c = 1,5124:1:1,8564$; $\beta = 124^\circ 48'$ ist. Die vom Verf. untersuchten, gut spiegelnden, braunroten Krystalle waren aber flächenreicher, indem sie auch die Formen $\{011\}$ und $\{\bar{2}\bar{2}1\}$ zeigten, für welche folgende Winkel gemessen wurden:

	Berechnet:	Beobachtet:
$(001):(011) =$	$56^{\circ}51'$	$56^{\circ}44'$
$(011):(\bar{1}01)$	$81 \ 12$	$81 \ 1$
$(\bar{1}01):(\bar{2}\bar{2}1)$	$44 \ 12$	$44 \ 45$
$(\bar{2}\bar{2}1):(\bar{1}\bar{1}0)$	$22 \ 15$	$22 \ 6$

Auch wurde die vollkommene Spaltbarkeit nach $\{110\}$ bestätigt. Für den Winkel zweier Spaltungsflächen wurde gefunden:

	Berechnet:	Beobachtet:
$(110):(\bar{1}\bar{1}0) =$	$101^{\circ}45'$	$102^{\circ}19'$

55. Isonicotinsäuremethylbetain-Chloroplatinat



Siehe L. Ternájdó, Sitz.-Ber. d. Ak. Wien 1900, 109 (IIb), 367.

Triklin. $a:b:c = 1:0,8593:1,1856.$

$\alpha =$	$94^{\circ}56'$	$(010):(001) =$	$84^{\circ}27'$
$\beta =$	$92 \ 20$	$(001):(100)$	$86 \ 32$
$\gamma =$	$102 \ 14$	$(100):(010)$	$77 \ 30$

Beob. Formen: $\{100\}$, $\{010\}$, $\{001\}$, $\{011\}$, $\{0\bar{1}2\}$, $\{101\}$, $\{\bar{1}01\}$, $\{1\bar{1}0\}$, $\{\bar{1}\bar{1}1\}$, $\{\bar{1}\bar{1}\bar{1}\}$, $\{\bar{2}\bar{1}1\}$. Die lichtgelbroten, stark glänzenden Krystalle sind nadelförmig parallel der c -Axe. Die Flächen gaben gute Bilder, nur die untergeordneten Flächen $\{\bar{1}\bar{1}1\}$, $\{\bar{2}\bar{1}1\}$ eigneten sich schlecht zur Messung.

	Berechnet:	Beobachtet:
$(010):(011) =$	—	$*33^{\circ}27'$
$(011):(001)$	—	$*51 \ 0$
$(0\bar{1}2):(0\bar{1}0)$	$58^{\circ}55'$	$60 \ 0$
$(100):(011)$	$38 \ 13$	$38 \ 17$
$(101):(001)$	$48 \ 19$	$48 \ 24$
$(\bar{1}01):(\bar{1}00)$	$41 \ 2$	$41 \ 6$
$(001):(\bar{1}00)$	—	$*93 \ 28$
$(100):(010)$	—	$*77 \ 30$
$(010):(1\bar{1}0)$	—	$*45 \ 49$
$(1\bar{1}0):(\bar{1}00)$	$56 \ 41$	$56 \ 46$
$(100):(011)$	$78 \ 19$	$78 \ 0$
$(011):(\bar{1}\bar{1}1)$	$36 \ 16$	$37 \ 0$
$(\bar{2}\bar{1}1):(\bar{1}00)$	$40 \ 46$	$41 \ 0$
$(010):(101)$	$77 \ 11$	$77 \ 4$
$(101):(1\bar{1}1)$	$46 \ 31$	$46 \ 38$
$(1\bar{1}1):(0\bar{1}0)$	$56 \ 18$	$56 \ 20$
$(010):(\bar{1}\bar{1}1)$	$50 \ 35$	—
$(\bar{1}\bar{1}1):(\bar{1}01)$	$45 \ 38$	—
$(1\bar{1}0):(1\bar{1}1)$	$31 \ 53$	$31 \ 52$
$(1\bar{1}1):(001)$	$60 \ 19$	$60 \ 16$
$(001):(\bar{1}\bar{1}1)$	$57 \ 5$	$56 \ 50$
$(\bar{1}\bar{1}1):(\bar{1}\bar{1}0)$	$30 \ 43$	$30 \ 58$
$(1\bar{1}0):(101)$	$87 \ 13$	$87 \ 21$
$(101):(011)$	$57 \ 13$	$57 \ 9$
$(011):(\bar{1}\bar{1}0)$	$55 \ 34$	$55 \ 32$
$(1\bar{1}0):(\bar{1}01)$	$117 \ 29$	$117 \ 17$

	Berechnet:	Beobachtet:
$(\bar{1}01) : (\bar{2}11) =$	$32^{\circ} 39'$	$32^{\circ} 42'$
$(\bar{2}11) : (\bar{1}10)$	29 52	29 58
$(100) : (0\bar{1}2)$	94 27	—

56. Salzsaurer Isocarbostyryl.

Siehe A. Fernau, Sitz.-Ber. d. Ak. Wien 1893, 102 (IIb), 22.

Monoklin. $a : b : c = 1,8500 : 1 : 1,2595$; $\beta = 93^{\circ} 22'$.

Beob. Formen: $\{100\}$, $\{001\}$, $\{\bar{1}01\}$, $\{110\}$, $\{121\}$, $\{\bar{1}21\}$. Nadeln nach b .

	Berechnet:	Beobachtet:
$(001) : (\bar{1}01) =$	—	$*35^{\circ} 18'$
$(\bar{1}01) : (\bar{1}00)$	—	$*58 \quad 4$
$(110) : (001)$	$87^{\circ} 2'$	—
$(100) : (110)$	61 35	—
$(121) : (\bar{1}21)$	28 14	27 58
$(\bar{1}21) : (\bar{1}00)$	77 3	77 2
$(001) : (121)$	68 15	68 8
$(121) : (\bar{1}2\bar{1})$	41 59	42 12
$(12\bar{1}) : (00\bar{1})$	69 46	69 41
$(121) : (\bar{1}2\bar{1})$	52 34	—
$(10\bar{1}) : (110)$	75 24	75 27
$(110) : (121)$	23 57	—
$(121) : (\bar{1}01)$	80 39	80 33
$(110) : (\bar{1}21)$	46 37	—
$(110) : (\bar{1}2\bar{1})$	47 40	48 0
$(110) : (\bar{1}2\bar{1})$	25 25	25 14
$(\bar{1}01) : (\bar{1}21)$	—	$*64 \quad 56$

57. Dichinolyyl $C_{18}H_{12}N_2$.

Siehe H. Schmoek, Inaug.-Diss., Rostock 1898.

Monoklin. $a : b : c = 2,9826 : 1 : 7,1364$; $\beta = 97^{\circ} 3'$.

Beob. Formen: $\{001\}$, $\{100\}$, $\{\bar{1}01\}$, $\{110\}$.

	Berechnet:	Beobachtet:
$(001) : (100) =$	—	$*82^{\circ} 57'$
$(100) : (10\bar{1})$	—	$*23 \quad 37$
$(100) : (110)$	—	$*71 \quad 20$
$(110) : (\bar{1}10)$	$37^{\circ} 20'$	37 27
$(110) : (001)$	87 45	87 42
$(110) : (10\bar{1})$	72 57	72 52

Die erste Mittellinie steht nahezu senkrecht auf der Fläche (001) , die zweite ist parallel der Symmetrieebene. Die eigentlichen Axen fallen schon außerhalb des Gesichtsfeldes, doch erkennt man bei Na -Licht, daß der Charakter der ersten Mittellinie positiv ist.

Die kristallographische und optische Untersuchung bestätigt die Identität dieser Krystalle mit den von H. Weidel dargestellten, Sitz.-Ber. d. Ak. Wien 1881, 84, 454, an welchen jedoch die Form $\{110\}$ fehlte, so daß damals nicht die vollständigen Elemente bestimmt werden konnten.

Ref.: P. Groth.

22. F. Beeke (in Wien): **Krystallform der Oxy- α -Naphtochinonessigsäure $C_{12}H_6O_5$** (Aus: Bamberger und Praetorius, Autoxydationsprod. d. Anthragallols. Sitz.-Ber. d. Ak. Wien 1902, 111 (IIb), 525. W. Monatshefte 23, 688).

Das Präparat ist identisch mit dem von Liebermann (Ber. d. d. chem. Ges. 1900, 33, 572) dargestellten.

Monoklin. $a:b:c = 0,8558:1:0,8635$; $\beta = 108^\circ 32'$.

Beob. Formen: $\{100\}$, $\{110\}$, $\{011\}$, untergeordnet an größeren Krystallen noch: $\{010\}$, $\{001\}$, $\{111\}$, $\{012\}$.

	Berechnet:	Beobachtet:
$(110):(100) =$	—	$*39^\circ 13'$
$(011):(010)$	—	$*50 \ 32$
$(011):(100)$	—	$*75 \ 48$
$(111):(100)$	$61^\circ 11'$	$61 \ 33$
$(011):(\bar{1}11)$	$43 \ 1$	$42 \ 42$

Keine deutliche Spaltbarkeit.

Doppelbrechung sehr stark. Ebene der optischen Axen (010) , durch (100) eine Axe im stumpfen, eine Mittellinie im spitzen Winkel β sichtbar. Dunkel honiggelb ohne deutlichen Pleochroismus.

Ref.: P. Groth.

23. R. von Haßlinger (in Prag-Smichow): **Über die Herstellung künstlicher Diamanten aus Silicatschmelzen** (Ebenda 1902, 111 (IIb), 619—624. Monatshefte f. Chem. 23, 817—822, mit 1 Taf.).

Einer Mischung von SiO_2 , Al_2O_3 , MgO , Fe_2O_3 usw. im Verhältnisse der Zusammensetzung der diamantführenden südafrikanischen Breccie wurde 1—2% feingeschlammter Graphit zugesetzt, und 300 g dieser Mischung in einem in Asche und Sand eingebetteten hessischen Tiegel nach dem Goldschmidtschen Thermitverfahren geschmolzen. Die Schmelze wurde mit NH_4F und SO_4H_2 aufgeschlossen und der Rückstand mikroskopisch untersucht. Derselbe enthielt wasserhelle Oktaëder von ca. 0,05 mm Durchmesser, welche eine höhere Brechbarkeit als Spinell hatten, den Rubin ritzen und im Sauerstoffgebläse verbrannt werden konnten.

Ref.: P. Groth.

24. C. Hlawatsch (in Wien): **Krystallographische Untersuchung einiger Derivate der Sulfobenzoëssäuren** (Aus: Wegscheider und Furcht, über die Veresterung von Sulfosäuren und Sulfocarbonsäuren. Sitz.-Ber. d. Ak. Wien 1902, 111 (IIb), 890—943. Monatshefte f. Chem. 23, 1093—1146).

m-Sulfobenzoësaures Natrium $C_6H_4.CO_2H.SO_3Na.2H_2O$
(S. 905 resp. 1108).

Früher untersucht von Wickel (s. diese Zeitschr. 11, 79). Da dessen $\{12\bar{2}\}$ einer deutlichen Spaltbarkeit entspricht, so nahm der Verf. eine naturgemäße Stellung an. Aus den besseren Winkelwerten Wickels ergibt sich für diese Stellung:

$$a:b:c = 1,0254:1:1,7822.$$

$$\alpha = 88^\circ 53', \quad \beta = 110^\circ 27', \quad \gamma = 101^\circ 36'.$$

Die folgende Tabelle enthält die Resultate der Messungen beider Autoren.

Buchstabe:	Winkel:	Symbol:	Hlawatsch:	Winkel:	Symbol:
$a : c =$	$(100) : (001)$		$(\bar{1}01) : (001)$	$*77^{\circ}18'$	$77^{\circ}19'$
$a' : b =$	$(\bar{1}00) : (010)$		$(\bar{1}01) : (0\bar{1}0)$	$*79\ 25$	$79\ 22\frac{1}{2}$
$b : c =$	$(010) : (001)$		$(0\bar{1}0) : (00\bar{1})$	$*86\ 50$	$86\ 43$
$o : c' =$	$(12\bar{2}) : (00\bar{1})$		$(1\bar{1}0) : (001)$	$75\ 55$	$75\ 50\frac{1}{2}$
$o : a =$	$(12\bar{2}) : (100)$		$(1\bar{1}0) : (10\bar{1})$	$*57\ 45$	$57\ 47$
$m : a =$	$(120) : (100)$		$(1\bar{1}\bar{1}) : (10\bar{1})$	$50\ 21$	$50\ 20\frac{1}{2}$
$m : b =$	$(120) : (010)$		$(1\bar{1}\bar{1}) : (0\bar{1}0)$	$50\ 15$	$50\ 17$
$m : c =$	$(120) : (001)$		$(1\bar{1}\bar{1}) : (00\bar{1})$	$77\ 33$	$77\ 30$
$o : m =$	$(12\bar{2}) : (120)$		$(1\bar{1}0) : (1\bar{1}\bar{1})$	$26\ 33$	$26\ 39$
$o : b =$	$(12\bar{2}) : (010)$		$(1\bar{1}0) : (0\bar{1}0)$	$*52\ 24$	$52\ 32$
$b : d =$	$(0\bar{1}0) : (10\bar{2})$		$(010) : (100)$	—	$77\ 56$
$a : d =$	$(100) : (10\bar{2})$		$(10\bar{1}) : (100)$	—	$33\ 33\frac{1}{2}$
$c' : d =$	$(00\bar{1}) : (10\bar{2})$		$(001) : (100)$	—	$69\ 7,6$
$a' : m' =$	$(\bar{1}02) : (\bar{1}\bar{2}0)$		$(\bar{1}00) : (\bar{1}\bar{1}1)$	—	$60\ 44\frac{1}{2}$

Zwillinge mit (001) als Verwachsungsebene (s. diese Zeitschr. 11, 80 Anm.).

Atzfiguren auf (001) und $(00\bar{1})$ gleiche und entgegengesetzte unsymmetrische Dreiecke.

Auf (010) $b : a = 9,4^{\circ}$ im stumpfen Winkel β . Brechungsindex $\gamma - \beta = 0,03$ mit $\rho > \nu$.

p-Sulfobenzoësäuremethylester $C_6H_4.COOCH_3.SO_3CH_3$.

Schmelzp $88^{\circ} - 90^{\circ}$. Kryst. aus Äther (S. 924 resp. 1127).

Triklin (?). Tafelförmige Zwillinge nach (010) ; $(100) : (010) = 77^{\circ}30'$; ein drittes Pinakoid gab $\varphi = 62^{\circ}10'$, $\rho = 49^{\circ}48'$. Beide Krystalle zeigen Auslöschung auf (010) nahe parallel $[001]$.

p-Sulfobenzoësaures Natrium $C_6H_4.COOH.SO_3Na$.

(S. 929 resp. 1132). Kryst. aus Wasser.

Triklin pinakoidal.

$$a : b : c = 0,6724 : 1 : 0,3364.$$

$$\alpha = 87^{\circ}51', \beta = 92^{\circ}2', \gamma = 94^{\circ}16\frac{1}{2}'.$$

Comb.: $b\{010\}$, $n\{1\bar{1}0\}$, $a\{100\}$, $m\{110\}$, $l\{1\bar{2}0\}$, $o\{1\bar{1}1\}$, untergeordnet: $t\{1\bar{1}1\}$, $p\{111\}$, $s\{11\bar{1}\}$, ferner $c(001)$ als unvollkommener Bruch und eine unsichere Fläche zwischen (001) und $(\bar{1}\bar{1}1)$. Aus den Messungen mit dem zweikreisigen Goniometer wurden folgende Flächenwinkel berechnet:

Buchst.:	Symbol:	Winkel:	Buchstabe:	Symbol:	Winkel:
$a : b =$	$(100) : (010)$	$= 85^{\circ}47,8'$	$c : o =$	$(001) : (1\bar{1}1)$	$= 29^{\circ}52'$
$b : c =$	$(010) : (001)$	$92\ 0,5$	$c : s =$	$(001) : (1\bar{1}\bar{1})$	$32\ 5,8$
$a : c =$	$(100) : (001)$	$88\ 6,9$	$c : r =$	$(001) : (1\bar{1}1)$	$30\ 56,5$
$b : m =$	$(010) : (110)$	$53\ 10,6$	$a : p =$	$(100) : (111)$	$61\ 48,1$
$b' : n =$	$(0\bar{1}0) : (1\bar{1}0)$	$59\ 2,4$	$a : o =$	$(100) : (1\bar{1}\bar{1})$	$64\ 49$
$b : p =$	$(010) : (111)$	$73\ 21,4$	$a' : s =$	$(100) : (1\bar{1}\bar{1})$	$65\ 11,1$
$b' : o =$	$(0\bar{1}0) : (1\bar{1}\bar{1})$	$73\ 30,9$	$a' : r =$	$(100) : (1\bar{1}1)$	$66\ 56,7$
$b' : s =$	$(0\bar{1}0) : (1\bar{1}1)$	$69\ 38,1$	$m : o =$	$(110) : (1\bar{1}\bar{1})$	$78\ 53,6$
$b : t =$	$(010) : (1\bar{1}\bar{1})$	$76\ 27,4$	$p : n =$	$(111) : (1\bar{1}0)$	$78\ 3,6$
$c : n =$	$(001) : (1\bar{1}0)$	$87\ 18,1$	$r : m' =$	$(111) : (1\bar{1}0)$	$79\ 10,7$
$c : m =$	$(001) : (110)$	$89\ 34,4$	$s : n' =$	$(1\bar{1}\bar{1}) : (110)$	$80\ 47,9$
$c : p =$	$(001) : (111)$	$31\ 40,3$			

Ein Zwillings, in welchem die Flächen m nahe parallel waren, ergab als Zwillingssebene (362)?.

Spaltb. $a(100)$ deutlich, $c(001)$ undeutlich.

Ätzfiguren auf $\{010\}$ Fünfecke mit der längsten Seite $\parallel c$, auf $\{1\bar{1}0\}$ verticale Striche.

Doppelbrechung sehr stark; Auslöschungsschiefe gegen c auf $a(100)$ 8° , auf $b(010)$ 19° im spitzen Winkel $bm : bo$, auf $n(1\bar{1}0)$ 0° circa. Die Ebene der optischen Axen scheint wenig von $b(010)$ abzuweichen.

o-Nitro-p-Sulfobenzoësäuredimethylester $C_6H_3(NO_2).COOCH_3.SO_3CH_3$.

(S. 936 resp. 1139). Schmelzp. 86° — 87° . Kryst. aus Benzol.

Monoklin sphenoidisch.

$$a : b : c = 1,1574 : 1 : 0,7748; \beta = 97^\circ 54'.$$

Comb.: $m\{110\}$, $c\{001\}$, $f\{201\}$, $e\{20\bar{1}\}$, $d\{10\bar{1}\}$, $q\{011\}$, $o\{11\bar{1}\}$, $b\{010\}$; die drei letzten Formen oft nur an einem Pole der Symmetrieaxe ausgebildet. Berechnete Flächenwinkel:

Buchstabe:	Symbol:	Winkel:	Buchstabe:	Symbol:	Winkel:
$m : m$	$= (110) : (1\bar{1}0)$	$= 97^\circ 48,6'$	$m : q$	$= (110) : (011)$	$= 59^\circ 59,4'$
$m : c$	$= (110) : (001)$	$84 \ 51$	$m' : q$	$= (\bar{1}10) : (011)$	$67 \ 10,2$
$m : f$	$= (110) : (201)$	$56 \ 55,5$	$c : f$	$= (001) : (201)$	$48 \ 16,7$
$m' : d$	$= (\bar{1}10) : (\bar{1}01)$	$71 \ 51,4$	$c : d$	$= (001) : (\bar{1}01)$	$36 \ 7,2$
$m' : e$	$= (\bar{1}10) : (20\bar{1})$	$59 \ 31$	$c : e$	$= (001) : (20\bar{1})$	$58 \ 21,4$
$m' : o$	$= (\bar{1}10) : (\bar{1}11)$	$49 \ 21,7$	$c : q$	$= (001) : (011)$	$37 \ 30,4$
$m : o$	$= (110) : (\bar{1}11)$	$80 \ 21,3$	$d : o$	$= (\bar{1}01) : (\bar{1}11)$	$34 \ 18,4$

Spaltb. $m\{110\}$ deutlich.

Auf (110) und $(1\bar{1}0)$ deutliche unsymmetrische Ätzfiguren, auf $(1\bar{1}0)$ und $(\bar{1}\bar{1}0)$ keine.

Auslöschungsschiefe auf $m\{110\}$ gegen c 14° . Doppelbrechung sehr stark.

Ref.: P. Groth.

25. H. Steinmetz (in München): Über Oscin- und Tropin-Chloroplatinat (aus: Hesse, über Hyoscin und Atroscin. Journ. f. prakt. Chem. 1902, n. F. 66, 194 f.).

Tropinchloroplatinat, Schmelzp. 197° — 198° , wasserfrei, erwies sich als identisch mit dem von Bodewig (Ann. d. Chem. 206, 296, s. auch Milch, Ber. d. d. chem. Ges. 24, 1629) gemessenen.

Oscin- (= Skopolin-)Chloroplatinat enthält H_2O und krystallisiert rhombisch, Comb.: $\{100\}$, $\{010\}$, $\{001\}$, oder in mikroskopischen Nadeln mit prismatischen Endflächen.

Gleiche Moleküle der beiden Salze bilden eine wasserfreie Verbindung in dunkel orangeroten Krystallen vom Schmelzp. 202° — 204° . Kryst. aus Wasser.

Monoklin sphenoidisch.

$$a : b : c = 0,7766 : 1 : 0,6818; \beta = 116^\circ 4'.$$

Comb.: $m\{110\}$ und $q\{011\}$ ungefähr gleich groß, untergeordnet $o\{11\bar{1}\}$, $c\{001\}$, $a\{100\}$. Winkel sehr schwankend.

	Beobachtet:	Berechnet:
$m : m = (110) : (\bar{1}\bar{1}0) =$	$*69^{\circ}48'$	—
$q : q = (011) : (0\bar{1}1)$	$*62\ 58$	—
$q : m = (011) : (110)$	$*52\ 41$	—
$q : m' = (011) : (\bar{1}10)$	$90\ 45$	$90^{\circ}33'$
$m : o = (\bar{1}\bar{1}0) : (\bar{1}\bar{1}\bar{1})$	$52\ 38$	$53\ 37$

Keine deutliche Spaltbarkeit.

Ref.: P. Groth.

26. A. Sachs (in Breslau): **Über Anapaït, ein neues Kalk Eisenphosphat von Anapa am Schwarzen Meere** (Sitz.-Ber. d. Akad. d. Wiss. Berlin 1902, 18—21).

Über dasselbe Mineral erschienen etwas später zwei Arbeiten von Popoff (diese Zeitschr. 1902, 87, 266—267) und von Loczka (ebenda 438—441). Da in letzterer bereits die Analyse von Sachs zum Vergleiche wiedergegeben ist, so sollen hier nur die Resultate seiner krystallographischen und optischen Untersuchung referiert werden (Popoff hatte den Krystallen eine andere Stellung gegeben).

Triklin.

$$a : b : c = 0,8757 : 1 : 0,5975.$$

$$\begin{array}{ll} \alpha = 132^{\circ}22' & A = 132^{\circ}23' \\ \beta = 106\ 47 & B = 106\ 50 \\ \gamma = 83\ 28 & C = 96\ 35 \end{array}$$

Comb.: $a\{100\}$, $c\{001\}$, $m\{110\}$, $n\{1\bar{1}0\}$, $o\{11\bar{1}\}$ (diesen Formen gab Popoff die Symbole $a\{111\}$, $c\{100\}$, $m\{101\}$, $n\{010\}$, $o\{101\}$).

	Berechnet:	Beobachtet:
$a : c = (100) : (001) =$	—	$*73^{\circ}40'$
$a : m = (100) : (110)$	—	$*44\ 55$
$a : n = (100) : (1\bar{1}0)$	—	$*52\ 20$
$c : n = (001) : (1\bar{1}0)$	$109^{\circ}30'$	$109\ 45$
$o : a = (11\bar{1}) : (100)$	$68\ 13$	$68\ 16$
$o : c = (\bar{1}\bar{1}1) : (001)$	—	$*52\ 35$
$o : n = (11\bar{1}) : (1\bar{1}0)$	$107\ 36$	$107\ 25$
$o : m = (\bar{1}\bar{1}\bar{1}) : (110)$	$78\ 43$	$78\ 40$

Spaltb. $a(100)$ vollkommen.

Doppelbrechung —, schwach. Durch $a(100)$ Auslöschungsschiefe mit c 45° ; in Luft ein Axenbild, in Cassiaöl beide sichtbar mit einem scheinbaren Winkel der Axen von $127^{\circ}40'$ (Li), $127^{\circ}0'$ (Na), $126^{\circ}0'$ (Tl); eine Axe bildet mit der Normalen zu (100) $43^{\circ}40'$ für Na .

Ref.: P. Groth.

27. Derselbe: Beiträge zur Kenntnis der Krystallform des Langbeinitz und zur Auffassung der Tetartoëdrie im regulären Systeme (Ebenda 376—379).

Von dem durch Luedecke (diese Zeitschr. 1898, 29, 255) zuerst beschriebenen Langbeinit untersuchte der Verf. Krystalle von Löderburg bei Staßfurt. An diesen wurde dasjenige Tetraëder als + genommen, dessen Flächen glatt und ohne Ätzfiguren (über die letzteren wird sonst nichts mitgeteilt) waren; dieses war stets kleiner ausgebildet, als das andere. Alsdann ist das beobachtete Triakistetraëder $\{211\}$; seine Flächen sind glänzend, manchmal aber auch durch natürliche Ätzung völlig zernagt. Die Krystalle zeigten neben einem

vorherrschenden Pyritoëder noch einige kleine und abweichend beschaffene Flächen des anderen; während aber bei der Mehrzahl das herrschende rechte Pentagondodekaëder {120} glatt und glänzend erscheint, ist es an einem Krystalle matt und rauh; zwei Krystalle zeigten nur ein Pyritoëder mit matten Flächen, der eine das rechte {120}, der andere das linke {210}.

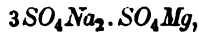
[Da in der betreffenden Klasse des kubischen Systems vier Formen (tetraëdrische Pentagondodekaëder, mit gleichen Flächenwinkeln existieren, so sind natürlich auch für den Grenzfall »ein Index = 0« vier Formen möglich, deren zwei geometrisch identisch, aber verschieden in bezug auf Wachstum und Auflösung sind. Ob diese hier vorliegen, läßt sich nicht feststellen, da die Orientierung der analogen und antilogen Pole der dreizähligen Axen weder durch Ätzversuche, noch durch Bestimmung ihrer elektrischen Polarität nachgewiesen wurde und daher die Orientierung der Krystalle unbestimmt geblieben ist.]

Ref.: P. Groth.

28. K. Kubierschky (in Aschersleben): **Über ein eigentümliches Salzvorkommen im sogenannten Magdeburg-Halberstädter Becken** (Sitz.-Ber. d. Akad. d. Wiss. Berlin 1902, 404—413).

J. H. van 't Hoff (in Berlin): **Nachtrag** (Ebenda 444—445).

Auf dem Bergwerke von Wilhelmshall fand sich neben dem in größerer Menge auftretenden Langbeinit und überlagerndem Hartsalz im Liegenden des Steinsalzlagers ein bröckeliges, teilweise perlmutterartig schimmerndes, derbes Salz, welches sich analytisch als Gemenge eines bisher unbekannten Doppelsalzes



welches der Verf. Vanthoffit nannte, mit einem Tripelsulfate ($3SO_4K_2 \cdot 4SO_4Mg \cdot 6SO_4Na_2 \cdot 8H_2O$ oder $3SO_4K_2 \cdot 3SO_4Mg_2 \cdot 3SO_4Na_2 \cdot 8H_2O$) erwies. Andere, wahrscheinlich aus derselben Lagerstätte stammende, ähnlich aussehende Salzmassen ergaben sich zum Teil als aus fast reinem Löweít von der Zusammensetzung $2SO_4Na_2 \cdot 2SO_4Mg \cdot 5H_2O$ bestehend, zum Teil als ein mit nur wenig Steinsalz vermengter Vanthoffit (Härte 3, spec. Gew. unter Berücksichtigung der Beimengung 2,7), andere als Gemenge von Löweít und Vanthoffit, eines als fast reiner Glaserit $(SO_4)_2K_3Na$, ein anderes als Gemenge von Löweít und Glaserit.

Bei synthetischen Versuchen zur Darstellung des oben erwähnten Tripelsalzes, welche jedoch nur Gemenge der übrigen im vorstehenden genannten Salze lieferten, will der Verf. auch ein einheitliches Salz von der Formel $(SO_4)_3K_4Na_2$ erhalten haben, welches jedoch nach den Versuchen Goßners (diese Zeitschr. 39, 157 f.) ebenfalls als ein Gemenge betrachtet werden muß.

Van't Hoff stellte die Verbindung $(SO_4)MgNa_6$ künstlich dar. Eine Lösung gleicher Mol. SO_4Mg und SO_4Na_2 wird oberhalb 22° im Thermostaten langsam eingeeengt, bis Astrakanit in wasserklaren Krystallen ausgeschieden ist; die Mutterlauge mit diesen wird dann abgeschlossen und längere Zeit auf 70° gehalten, bis durch Entwässerung der gesamte Astrakanit in Löweít übergeführt ist; erhöht man nun die Temperatur noch etwas mehr, so bildet sich Vanthoffit. Einfacher erhält man ihn, wie bei der natürlichen Bildung, durch Wasserentziehung aus Astrakanit und Natriumsulfat durch eine gesättigte Lösung von Astrakanit, Natriumsulfat und Natriumchlorid oder derselben Salze mit Glaserit. Auf diesem Wege wurde als Endproduct der Behandlung im Wasserbade fast ganz reiner Vanthoffit erhalten.

Ref.: P. Groth.

29. H. Baumhauer (in Freiburg, Schweiz): **Über einen neuen, flächenreichen Krystall von Seligmannit** (Sitz.-Ber. d. Ak. d. Wiss. Berlin 1902, 611—614).

Von dem wahrscheinlich mit Bournonit isomorphen Seligmannit (s. diese Zeitschr. 1893, 38, 188) vom Binnentale untersuchte der Verf. ferner einen sehr gut ausgebildeten Zwilling von $\frac{1}{2}$ — $\frac{3}{4}$ mm Durchmesser, welcher folgende Formen zeigte: $a\{100\}$, $b\{010\}$, $c\{001\}$, $m\{110\}$, $e\{210\}$, $f\{120\}$, $*A\{410\}$, $o\{101\}$, $n\{011\}$, $*x\{021\}$, $*B\{071\}$, $*x\{013\}$, $y\{111\}$, $v\{211\}$, $*C\{311\}$, $u\{112\}$, $q\{121\}$, $W\{431\}$, $*O\{1.10.2\}$, $i\{130\}$, $*\Sigma\{031\}$; die beiden letzten unsicher.

	Beobachtet:	Berechnet:
$A : a =$	$(410) : (100) = 130^\circ 2\frac{1}{2}'$	$130^\circ 3\frac{3}{4}'$
$x : b =$	$(021) : (010) \quad 29 \ 39$	$29 \ 43\frac{1}{2}$
$B : b =$	$(071) : (010) \quad 9 \ 23$	$9 \ 16$
$x : n =$	$(013) : (011) \quad 24 \ 57\frac{1}{2}$	$24 \ 56$
$C : o =$	$(311) : (101) \quad 31 \ 22$	$31 \ 22$
$C : e =$	$(311) : (210) \quad 20 \ 7$	$20 \ 7$
$O : b =$	$(1.10.2) : (010) \quad 14 \ 13$	$14 \ 10$
$\Sigma : b =$	$(031) : (010) \quad 21 \ 17$	$20 \ 50$

Ref.: P. Groth.

30. A. Sachs (in Breslau): **Über die Krystallform des Rotnickelkieses** (Ebenda 856—860).

Ein neues Vorkommen von in Calcit eingewachsenen Nickelin von Mansfeld gestattete die Messung einer größeren Zahl von Krystallen. Diese zeigten folgende Formen: $c\{0001\}$, $m\{10\bar{1}0\}$, $g\{11\bar{2}0\}$, $x\{10\bar{1}5\}$, $w\{30\bar{3}5\}$, $o\{50\bar{5}3\}$, $z\{17.0.\bar{1}7.10\}$, $s\{9095\}$, $\alpha\{23.0.\bar{2}3.10\}$, $q\{12.0.\bar{1}2.5\}$, $u\{30\bar{3}1\}$, $t\{16.0.\bar{1}6.5\}$, $v\{40\bar{4}1\}$, $\gamma\{22.0.\bar{2}2.5\}$.

$(h \ 0 \ \bar{h} \ l) : (0001)$			$(h \ 0 \ \bar{h} \ l) : (0 \ h \ \bar{h} \ l)$		
$(h \ 0 \ \bar{h} \ l)$:	Berechnet:	Beobachtet:	Berechnet:	Beobachtet:	
$(10\bar{1}5)$:	$100^\circ 43'$	$100^\circ 55'$	$100^\circ 40'$	$100^\circ 35'$	
$(30\bar{3}5)$:	$29 \ 35$	$29 \ 50$	$28 \ 34$	$28 \ 50$	
$(50\bar{5}3)$:	$57 \ 37$	$57 \ 35$	$49 \ 58$	$50 \ 10$	
$(17.0.\bar{1}7.10)$:	$58 \ 7$	$58 \ 14$	$50 \ 14$	$50 \ 20$	
(9095) :	$59 \ 35$	$59 \ 35$	$51 \ 6$	$51 \ 20$	
$(23.0.\bar{2}3.10)$:	$65 \ 18$	$65 \ 20$	$54 \ 2$	$53 \ 55$	
$(12.0.\bar{1}2.5)$:	$66 \ 14$	$66 \ 25$	$54 \ 28$	$54 \ 23$	
$(30\bar{3}1)$:	$70 \ 36$	$70 \ 30$	$56 \ 16$	$56 \ 15$	
$(16.0.\bar{1}6.5)$:	$71 \ 44$	$71 \ 45$	$56 \ 42$	$56 \ 40$	
$(40\bar{4}1)$:	$75 \ 12$	$75 \ 15$	$57 \ 52$	$58 \ 0$	
$(22.0.\bar{2}2.5)$:	$76 \ 30$	$76 \ 20$	$58 \ 10$	$58 \ 5$	
			Berechnet:	Beobachtet:	
$z : g =$	$(17.0.\bar{1}7.10) : (11\bar{2}0) =$	$42^\circ 39'$	$42^\circ 39'$	$42^\circ 50'$	
$s : g =$	$(9095) : (11\bar{2}0)$	$41 \ 41$		$41 \ 30$	
$\alpha : g =$	$(23.0.\bar{2}3.10) : (11\bar{2}0)$	$38 \ 6$		$38 \ 15$	
$\gamma : g =$	$(22.0.\bar{2}2.5) : (11\bar{2}0)$	$32 \ 38$		$32 \ 28$	

Von den Pyramiden sind am häufigsten z und w , etwas weniger häufig u , s und o , alle übrigen selten. c wurde stets nur an einem Pole der Hauptaxe beobachtet, w , s und v nur an demselben Pole, α , t und u nur am entgegengesetzten, z und o an beiden Polen. Hiernach ist der Rotnickelkies hexagonal- (oder dihexagonal-) pyramidal. Die Krystalle spalten vorzüglich nach $\{10\bar{1}0\}$, unvollkommen nach $\{0001\}$.

Ref.: P. Groth.

Autorenregister.

	Seite
A. d'Achiardi, Betrachtungen über das Krystallisationswasser.	108
G. d'Achiardi, Thomsonit und Apophyllit von Shiket in der Colonie Erythraea	92
G. Aichino, der Bauxit	296
G. De Angelis d'Ossat, Notizen über einige Mineralien von Casal di Pari in der Provinz Grosseto	94
— ein neues Zinnobervorkommen bei Saturnia in der Provinz Grosseto	296
Anonymus, Chalkophyllit von Schmiedeberg.	307
E. Artini, Beobachtungen an einigen Mineralien aus dem Bavenoer Granit	98
A. Artom, Untersuchungen über die elektrischen Eigenschaften des Diamants	102
B. Baumgärtel, der Erzberg bei Hüttenberg in Kärnten	431
H. Baumhauer, über einen neuen flächenreichen Krystall von Seligmannit.	648
R. Beck, über eine neue Nickelerzlagertätte in Sachsen.	507
— die Nickelerzlagertätte von Sohland an der Spree und ihre Gesteine	507
F. Becke, über eine Hornblende von besonderer optischer Orientierung	307
— Calcit vom oberen Klammtunnel an der Strecke Schwarzach—St. Veit —Gastein.	312
— Krystallform der Oxy- α -Naphtochinonessigsäure.	643
J. Beckenkamp, über die Krystallform des Baryumsilicates $BaSiO_3 + 6H_2O$. Mit 4 Textfigur	283
— krystallographische Untersuchung einiger organischer Substanzen. Vierte Reihe. Mit 4 Textfiguren.	597
C. Benedicks, krystallographische Untersuchung einiger Nitrobenzolsulfonsäure-derivate	609
F. Berwerth, der Meteoreisenzwilling von Mukerop, Bezirk Gibeon, Deutsch-Südwest-Afrika	619
R. Biewend, über den Cadmiumgehalt der Zinkerze, insbesondere der ober-schlesischen, das Verhalten cadmiumhaltiger Zinkerze und Zinklegie-rungen vor dem Lötrohr und die Nachweisung des Cadmiums und des Zinkes auf trockenem Wege	506
E. Billows, krystallographische Untersuchung des Dibromselendiphenyls und Dibromtellurdiphenyls	289
A. Bodmer-Beder, der Malencoserpentin und seine Asbeste auf Alp Quadrata bei Poschiavo (Graubünden)	421
G. Boeris, krystallographische Untersuchung einiger organischer Verbindungen. — Titanit vom Berge Pian Real im Susatale	104
— Krystallform des Benzopinakons $C_{26}H_{22}O_2$	109
— Krystallform des Pikrats des β -Athyl- β -N-Dimethyl- α -methylenindolins.	112
— Krystallform einiger von Plancher und Bonavia dargestellter Körper	286
— über die Verbreitung des Titanolivins in den piemontesischen Alpen	289
— über den Anatas von Scipsius (St. Gotthard)	291
L. Bombicci, über die wahrscheinlichen Bildungsarten der Granatkrystalle	103
L. H. Borgström, über Kassiterit von Pitkäranta. Hierzu Taf. I	1
L. Brugnattelli, über ein neues Mineral aus den Amianthgruben des Lanterna-tales	103
G. Bruni, über die Unterscheidung zwischen Polymorphismus und chemischer Isomerie	92

	Seite
G. Bruni, neue Untersuchungen über feste Lösungen	96
— und W. Meyerhoffer, über die heterogenen Gleichgewichte zwischen Mischkrystallen von isomorphen Salzhydraten	94
— und M. Padoa, über die Bildung von Mischkrystallen durch Sublimation	95
L. Buchrucker, Neubildungen von Gyps	283
H. Bücking, Beiträge zur Geologie von Celebes	348
G. v. Bukowsky, zur Kenntnis der Quecksilbererzlagernstätten in Spizza (Süddalmatien)	429
L. Burmester, kinematisch-geometrische Theorie der affin-veränderlichen, ähnlich-veränderlichen und starren räumlichen oder ebenen Systeme	617
A. Bussagli, die Kupferkiese von Boccheggiano	295
L. Colomba, über den Mohs aus der Beaume im oberen Doria Ripariatale	99
— über eine neue Ptilolithvarietät von der Kronprinz Rudolf-Insel	400
— über die Anwesenheit der Dispersion bei den Jadeit-Pyroxenen in Beziehung mit ihrer chemischen Zusammensetzung	293
Nils Coos, über Selendilactylsäuren	646
A. Dieseldorff, Berichtigung einiger Angaben des Herrn R. Beck über »Die Nickelerzlagernstätten von Sohland an der Spree und ihre Gesteine«	507
Di Franco s. Franco.	
C. Doelter, neue Bestimmungen von Schmelzpunkten	304
— über gegenseitige Löslichkeit geschmolzener Mineralien	445
— über zwei neue elektrische Öfen und über Schmelzpunktsbestimmungen	420
L. Doermer, Beiträge zur Kenntnis der Diabasgesteine aus dem Mitteldevon der Umgebung von Dillenburg	440
E. Düll, über die Eklogite des Münchberger Gneißgebietes. Ein Beitrag zur Kenntnis ihrer genetischen Verhältnisse	530
H. Erdmann, über das Wesen des metallischen Zustandes	607
— über die Constitution des Arsensesquioxides	608
— und M. v. Unruh, über gelbes Arsen	608
Ermisch, die Kupfererze der Sünikgruben im Gouv. Elisabethpol, Transkaukasien.	508
K. Fabian, über einige Porphyrite und Melaphyre des Fassa- und Fleimsertales.	523
E. von Fedorow, Notiz betreffend ein Minimumproblem in der Gestaltenlehre. Mit 2 Textfiguren	277
— optische Vorrichtungen, die auf der Anwendung der Glasplättchenpakete beruhen	297
— einige Folgerungen aus dem Syngonieellipsoidgesetze. Mit 2 Textfiguren	332
— Theorie der Krystalstruktur. III. Teil. Über die Hauptstrukturarten der Krystalle des kubischen Typus und speciell über die des Zirkons	529
A. Fock, krystallographische Untersuchung quartärer Ammonsalze	640
— krystallographische Untersuchung von Kairolinderivaten	641
F. Focke, regelmäßige Verwachsung von Nemaphyllit und Dolomit vom Wildkreuzjoch	305
— über ein neues Skolezitvorkommen in Salzburg	308
C. Formenti, Analysen von italienischen Bauxiten	409
S. Franchi, über die Dispersion bei den chloromelanitischen Pyroxenen aus einigen krystallinischen Gesteinen des westlichen Alpen	292
— über Feldspat-Uralitisierung der Natron-Thonerde-Pyroxene aus den eklogitischen Glimmerschiefern der Gebirge von Biella (Grajische Alpen)	404
S. Di Franco, Krystallographische Untersuchung des Eisenglanzes vom Ätna	294
— über den Herschelit der sicilischen Basalte	294
A. Frenzel, neue Pseudomorphosen	307
J. Fromme, »Brunsvigit«, ein neuer Leptochlorit aus dem Radautale	302
Gascuel, Diamantlagerstätten im südöstlichen Borneo	509
V. Goldschmidt, Formensystem aus Accessorien, abgeleitet am Topas. Hierzu Taf. IX—XI	377
— Flächen oder Zonen als Ausgang der Formenentwicklung. Hierzu Taf. XI und 5 Textfiguren	385
B. Goßner, Beitrag zur Krystallographie der Salze von NH_4 , K , Rb , Cs . Mit 2 Textfiguren	69
— krystallographische Untersuchung organischer Halogenverbindungen. Ein Beitrag zur Kenntnis der Isomorphie von Cl , Br und J	78

	Seite
H. V. Graber, die Gesteine des oberösterreichischen Mühlviertels und der Cordierit von Linz a. D.	309
— über die Plasticität granitischer Gesteine.	428
F. Haag, zu E. von Fedorows Notiz, betreffend ein Minimumproblem in der Gestaltenlehre.	497
W. Hammer, Mitteilung über Studien in der Val Furva und Val Zebbru bei Bormio (Veltlin).	480
R. Handmann, über ein Vorkommen von Cordierit und Sillimanit bei Linz in Oberösterreich.	429
C. Harries, über Succinaldehyd	612
R. von Hasslinger, über die Herstellung künstlicher Diamanten und Silicateschmelzen	643
J. E. Hibschi, geologische Karte des böhmischen Mittelgebirges. Blatt V (Großpriesen).	306
— Calcitkrystalle von Katharinenberg, Erzgebirge	342
H. Hilton, Notiz über Projection	279
C. Hlawatsch, Bestimmung der Doppelbrechung für verschiedene Farben an einigen Mineralien. I. Vesuvian.	310
— krystallographische Untersuchung einiger Derivate der Sulfobenzoesäuren	643
P. F. Hubrecht, über Cerussitviellinge von Sardinien. Hierzu Tafel IV—VI und 4 Textfiguren	147
V. Hulyák, mineralogische Mitteilungen	503
E. Hussak, über Chalmersit, ein neues Sulfid der Kupferglanzgruppe von der Goldmine »Morro Velho« in Minas Geraes, Brasilien.	444
F. M. Jaeger, über morphotropische Beziehungen bei den in der Aminogruppe substituierten Nitro-Anilinen. Mit 24 Textfiguren	413
— über die krystallonomische Symmetrie von stellungs-isomeren Toluolderivaten. Mit 7 Textfiguren	357
— über Benzylphtalimid und Benzylphtalisoimid; ein erster Beitrag zur Erforschung des Zusammenhanges zwischen Polymorphie und chemischer Desmotropie. Mit 3 Textfiguren	374
— zur Kenntnis der Krystallformen einiger nitrierter Anisole. Mit 6 Textfiguren	562
— über die in Leclanché-Zellen entstehenden Krystalle.	614
St. Jahn, Krystallform des Isodicamphenpyrazins	615
C. v. John, über Gabbro- und Graniteinschlüsse im Basalt von Schluckenau in Böhmen	430
A. Johnsen, Eisenkies von Traversella.	425
— Quarzzwillinge nach P ₂ von Annaberg i. S.	426
G. W. A. Kahlbaum, K. Roth und P. Siedler, über Metalldestillation und destillierte Metalle	604
E. Kahrs, krystallographische Verhältnisse des Acetamid, Acetanilid und ihrer Homologen. Hierzu Tafel XIV und 48 Textfiguren	475
H. Graf Kayserling, geologisch-petrographische Studien im Gebiete der Melaphyre und Augitporphyre Südtirols	434
C. Klein, Apatit (Moroxit) vom Flusse Swakop (Südwestafrika).	426
— Pyromorphitzwilling von Friedrichsseggen bei Ems	427
F. Koch, ein Beryll aus dem Gebirge Motajica Planina in Bosnien	298
R. Koechlin, zur Schneebergitfrage.	300
— neue Salze von Kalusz	308
E. Kohler, die Amberger Erzlagerstätten.	518
C. Kraft, experimentelle Untersuchungen über die Skala der Interferenzfarben.	298
F. Kretschmer, die nutzbaren Minerallagerstätten der archaischen und der devonischen Inseln Westmährens	512
L. Krufft, die Phosphoritführung des vogtländischen Obersilurs und die Verbreitung des Phosphorits im Altpaläozoicum Europas	402
P. Krusch, über neue Kobaltaufschlüsse im Thüringer Walde	517
— das Goldvorkommen am Berge Roudny in Böhmen	517
K. Kubierschky, über ein eigentümliches Salzvorkommen im sogenannten Magdeburg-Halberstädter Becken	647
V. von Lang, krystallographisch-optische Bestimmungen	649

	Seite
G. La Valle, Krystallform des Di-p-nitrobenzilcyanessigsäureesters	444
C. Leiss, über eine Verbesserung an der Polarisatoreinrichtung von Mikroskopen	309
W. Liebenam, Vorkommen und Gewinnung von Gold in Niederländisch-Ostindien	510
W. Lindgren, metasomatische Prozesse auf Gängen	504
K. Lippitsch, die Unverträglichkeitsrelation des Satzes vom goldenen Schnitte mit dem Gesetze der rationalen Indices, nachgewiesen am Rautendreißflächner und regelmäßigen Pentagondodekaeder	647
A. von Löhr, über Opaltigerauge	309
L. Loewe, Goldvorkommen in der Eifel	506
B. Lotti, die geologischen Verhältnisse und die Genesis der Zinnoberlagerstätten von Cortevaccia	295
D. Lovisato, der Bournonit aus der Grube Argentiera della Nurra (Portotorres, Sardinien).	97
L. Lukács, das Verhalten ungarischer Pyrite bei der Destillation im Vacuum. L. Marino s. A. Piccini.	502
B. Mauritz, Beiträge zur krystallographischen Kenntnis der ungarischen Kupferkiese. Hierzu Tafel XV	588
W. Meigen, Beiträge zur Kenntnis des kohlensauren Kalkes	524
G. Melcher, Daten zur genaueren Kenntnis des Albit. Mit 7 Textfiguren	574
W. Meyerhoffer s. G. Bruni.	
L. Milch, Beiträge zur Kenntnis der granitischen Gesteine des Riesengebirges	404
G. Moesz, Baryt, Antimonit, Pyrargyrit und Pyrit von Körmöczbánya	501
G. A. F. Molengraaff, über die Geologie der Umgegend von Sumalatta auf Nord-Celebes und über die dort vorkommenden goldführenden Erzgänge	544
E. Monaco, über eine cadmiumhaltige Zinkblende vom Monte Somma und einen Arsenschwefel aus der Solfatara von Pozzuoli	297
J. Morozewicz, über Mariupolit, ein extremes Glied der Eläolithsyenite	304
L. K. Moser, Mineralvorkommen des Karstgebietes von Triest	307
— Bergteer von Sistiana	429
O. Mügge, zur Structur der Rutilkrystalle	412
— über einige regelmäßige Verwachsungen der Glimmer mit anderen Substanzen	418
E. Naumann, über die Entstehung der Erzlagerstätten des Kupferschiefers und Weißliegenden am Kyffhäuser	548
B. Neumann s. E. Wittich.	
V. Neuwirth, neue Beiträge zur Kenntnis der mineralogischen Verhältnisse der Umgebung von Zóptau	308
J. Niesner, über ein Quecksilbervorkommen in Spic (Dalmatien)	503
A. Nold, Grundlagen einer neuen Theorie der Krystallstructur. Erste Abhandlung. Hierzu Tafel II und 5 Textfiguren	43
— Grundlagen einer neuen Theorie der Krystallstructur. Zweite Abhandlung. Hierzu Tafel XII und XIII und 3 Textfiguren	433
V. Novarese, das Antimonvorkommen von Campiglia Soana im Bezirk Ivrea. — die Erzlagerstätten von Brosso und Traversella in Piemont	293
H. Oehmichen, Kupfersulfatlagerstätte von Coquaque im nördlichen Chile	508
A. Osann, Erläuterungen zu gewissen archaischen Gesteinen im Ottawatale	342
M. Padoa s. G. Bruni.	
G. Panebianco, über eine chromatische Reaction von Kalkspat und Aragonit. — über eine einfache Symbolisierung der Krystallklassen und -systeme	288
N. Panichi, flüssige Luft als Erhaltungsmittel bei krystallographisch-optischen Untersuchungen	409
U. Panichi, Einfluß der Temperaturänderung und insbesondere starker Abkühlung auf das optische Verhalten einiger Mineralien	86
P. Pavlow, über einige Eigenschaften der Krystalle vom Standpunkte der Thermodynamik. Mit 7 Textfiguren	489
— über die Abhängigkeit zwischen der Krystallform und dem Zustande der Lösung	555
A. Pelikan, Pseudomorphose von Magnetit und Rutil nach Ilmenit.	303
— Petrographische Untersuchungen von Gesteinen der Inseln Sokótra, 'Abd el Küri und Semha	349

	Seite
A. Pelikan, Beiträge zur Kenntnis der Zeolithe Böhmens	618
W. Petrascheck, das Vorkommen von Kohle im Diabas von Radotin	428
A. Piccini und L. Marino, über einige Vanadinverbindungen der Form VdX_2	605
E. Pollacci, qualitative und quantitative Analyse des Marmors von Carrara	409
S. P. Popoff s. W. S. Vernadsky	
W. Prandtl, über den Ardennit	392
H. Preiswerk, Diopsid aus dem Kozoon-Kalk von Côte St. Pierre (Canada). Mit 4 Textfigur	498
E. Ragusa, Vorkommen von Phosphorit bei Modica	295
C. A. Redlich, eine Kupferkieslagerstätte im Hartelgraben bei Kaisersberg in Steiermark	432
C. Rimatori, der Prehnit und andere Zeolithe aus den Granuliten von Cala Francesca (Maddalena-Insel)	93
E. Rimbach, über Löslichkeit und Zersetzlichkeit von Doppelsalzen	613
W. E. Ringer, Mischkristalle von Schwefel und Selen	606
F. Rinne, flüssige Luft als Erkaltungsmittel bei kristallographisch-optischen Untersuchungen	409
— Chalmersit	411
— Bemerkungen über die Druckfestigkeit einiger Quarz- und Feldspat- würfel, sowie über die Zugfestigkeit von Glimmerstreifen	416
— über das Verschwinden und Wiedererscheinen des Magnetismus beim Erhitzen und Abkühlen von Magneteisenerz	417
— Koenenit	422
— Arsensulfurit	423
— die Lockerung des Krystallgebäudes unter dem Einfluß von Salzsäure. über eine Magneteisenerzlagerstätte bei Paracale in Nord-Camarines auf Luzon	508
H. Rösler, Beiträge zur Kenntnis einiger Kaolinlagerstätten	405
J. Romberg, geologisch-petrographische Studien im Gebiete von Predazzo. II.	522
K. Roth s. G. W. A. Kahlbaum.	
A. Sachs, der »Weißstein« des Jordansmühler Nephritvorkommens.	419
— über Anapaït, ein neues Kalkphosphat von Anapa am Schwarzen Meere	646
— Beiträge zur Kenntnis der Krystallform des Langbeinits und zur Auf- fassung der Tetartoëdrie im regulären Systeme	646
— über die Krystallform des Rotnickelkieses	648
E. Scacchi, Krystallform der p-Oxybenzoesäure	411
F. Schafarzik, vorläufige Mitteilung über das Auftreten von Quarzporphyren und Porphyroiden in den Comitaten Gömör und Szepes (Zips) in Nord- ungarn	502
K. Schlegel, das Magneteisenerzlager vom Schwarzen Krux bei Schmiedefeld im Thüringer Walde	516
A. Schwantke, über eine interessante Verwachsung von monoklinem und rhom- bischem Augit im Basalt	410
W. Setz, die Erzlagerstätten von Deutsch-Feistritz, Peggau, Frohnleiten, Übel- bach und Thalgraben (in Steiermark)	432
P. Siedler s. G. W. A. Kahlbaum.	
A. Sigmund, Niederösterreichische Mineralvorkommen	309
F. Slavík, zur Frage der Kohle im Diabas von Radotin	428
E. Sommerfeldt, Studien über den Isomorphismus	396
— natürliche Ätzfiguren am Baryt	413
G. Spezia, Beiträge zur chemischen Geologie. Über die Umwandlung von Holz- Opal in -Quarz	104
H. Steinmetz, über Oscin- und Tropin-Chloroplatinat	645
A. Stella, über das Blei-Barytlager von Trou des Romains bei Courmayeur	296
S. Stevanović, zur Kenntnis einiger künstlich dargestellter Verbindungen. Mit 3 Textfiguren	321
Chr. Tarnuzzer, die Asbestlager der Alp Quadrata bei Poschiavo (Graubünden)	421
E. Taubert, über rotes Quecksilberjodid (HgJ_2)	419
H. Tertsch, über die Lage der Hämatitschuppen im Oligoklas von Tvedestrand	307
W. Thienemann, ein bemerkenswertes Pentagonikositetraeder	528
G. Tschermak, die gewöhnliche Umwandlung der Turmaline	299
M. v. Unruh s. H. Erdmann.	

	Seite
Valle s. La Valle.	
W. S. Vernadsky und S. P. Popoff, über den Boraxgehalt von Eruptions- producten aus dem Salsengebiet von Kertsch und Taman	508
C. Viola, über einen Satz aus der Zonenlehre	280
— zwei Sätze aus der Zonenlehre	495
— Beitrag zur Lehre von der Spaltbarkeit der Krystalle	527
J. H. L. Vogt, Platingehalt im norwegischen Nickelerz	544
F. W. Voit, das Kupfererzvorkommen bei Senze do Itombe in der portugiesischen Provinz Angola, Westafrika	542
H. Warth, über Hydrargillit von den Palmbergen im Süden Indiens	444
— die Bildung des Aragonits aus wässriger Lösung	422
L. van Werveke, über das Vorkommen, die mineralogische Zusammensetzung und die Entstehung der deutsch-lothringischen und luxemburgischen Eisenerzlager	427
R. Willstätter, über Betainchloraurat.	644
E. Wittich und B. Neumann, über ein neues Vorkommen von Kakoxen am Taunusrande	426
A. Young, die Gesteine der ecuatorialischen Ost-Cordillere: Der Cotopaxi und die umgebenden Vulkanberge Pasochoa, Rumiñahui, Sinonalagua und Quilindaña	522
E. Zaluski, über eigentümliche Glaseinschlüsse in andesitischen Feldspäten. .	444
— über die Löslichkeit der Eisenerze in Fluorwasserstoffsäure	426
F. Zambonini, über einige Mineralien von Canale Monterano in der Provinz Rom. Hierzu Tafel III.	49
— Wavellit von Manziana in der Provinz Rom	90
— über den Glaukophan von Chateyrour im Gressoneytale.	91
— Krystallform der zwei isomeren Lactonsäuren, welche sich aus der Methyl-2-dimethyl-3-oxy-2,4-pentandisäure ableiten	410
— über die Drusenmineralien des Syenits der Gegend von Biella. Hierzu Tafel VII und VIII	206
— krystallographische Untersuchung der racemischen und activen p-Meth- oxymandelsäure. Mit 8 Textfiguren	270
— Krystallform des Thoriumsulfats $Th(SO_4)_2 \cdot 9H_2O$	288
— kurzer Beitrag zur chemischen Kenntnis einiger Zeolithe der Umgegend Roms.	398
— Notizen über den Guarinit (vom Vesuv)	424
V. Zanolli, über einen neuen Zeolithfundort in den Euganeen.	292
K. Zimányi, über die Lichtbrechung des Fluorapatits von Pisek.	284
H. Zirngiebl, krystallographische Beschreibung einiger Campherchinonderivate. .	645

Sachregister.

A.

- Abhängigkeit zwisch. d. Krystallform u. dem Zustande der Lösung 555.
 Accessorien, Formensystem aus dens., abgeleitet a. Topas 377.
 Acetbenzoesigsäureäther 599.
 Acetessigsäurementhylester, Hydrazid dess. 620.
 Acetonylharnstoff 624.
 Acetylorthoamidobenzoësäure 547.
 Acetyltrimethylphloroglucin 634.
 α -Acetzimmtsäureäther 599.
 Achat v. Celebes 318.
 Active Massen, krystallogr. Gesetz ders. 558.
 Adular, Einfl. d. Temperaturänderung auf d. opt. Verhalten 88.
 —, Schmelzp. 304.
 — v. Marschendorf, Mähren, Habit. 308.
 Agirin, Schmelzp. 304.
 — i. Mariupolit v. Jekaterinoslaw, Habit., chem. Zusammens. 304.
 Apfelsaures Mangan 622.
 α -Äthyl- $\beta\beta$ -Dimethylindolenin, Pikrat dess. 286.
 β -Äthyl- β -N-Dimethyl- α -methylenindolin, Pikrat dess. 412.
 Äthyl-Pyriphloron-Diäthyläther 629.
 α -Äthyliden- $\beta\beta$ -N-Trimethylindolinjodhydrat 287.
 Affin-veränderliche usw. Systeme, kinematisch-geometr. Theorie ders. 617.
 Akmit v. Dahamä 320.
 Aktinolith, Schmelzpunkt 304.
 — v. Celebes 349.
 — v. Quebec 345.
 Albit, Literatur, Mess. 574.
 —, gegenseitige Löslichkeit geschmolzener Mineralien 446.
 —, Schmelzp. 302, 424.
 — v. Biella, Prov. Novara, Krystallf., Opt. 252.
 — v. Gebel Kubeher 320.
 — v. Nadabula, Ung. Vork., krystallogr. Mess. 584.
 Allanit v. Schmiedefeld, Thüring. Wald 547.
 Allophan v. Mähren, Anal. 545.
 Almandin v. Erzberg, Kärnten 431.
 Aluminium-Acetylaceton 622.
 Amidomethylgallussäuremethylether 628.
 Ammonium-Cadmiumchlorid 613.
 Ammoniumeisenchlorid, Habit., Spaltb., Isomorphieverh. m. d. *K*-, *Rb*- u. *Cs*-Salz 72.
 Ammoniummanganchlorid 535.
 Ammoniumsalz der o-, p-Dinitrophenylaminocarbonsäure 624.
 Ammonsalze, quartäre 610.
 Amphibol s. Hornblende.
 Analcim, Einfl. d. Temperaturänderung a. d. opt. Verhalt. 88.
 — a. d. Euganeen, Habitus 292.
 — v. Jakuben, Böhmen, Habitus 619.
 Anapaït v. Anapa, neues Kalkeisenphosphat, krystallogr.-opt. Unters. 646.
 Anatas, metasom. 505.
 — i. Kaolinlagerstätten 407.
 — v. Scipius, St. Gotthard, Vork., Krystallf. 294.
 Andalusit i. Kaolinlagerstätten 407.
 Andesin v. Erzberg, Kärnten 431.
 — v. Quebec, Krystallf. 315.
 Andesitische Feldspäte, Glaseinschlüsse 444.
 Anhydrit, Einfl. d. Temperaturänder. auf d. opt. Verhalten 89.
 Aniline, nitrierte, Volumverhältnisse, Farbe u. Pleochroismus 444.
 —, Nitro-, morphotr. Bezieh. bei d. i. d. Aminogruppe substituierten 413.
 Anilinkobaltcyanid 620.
 Anisole, nitrierte, Mess. 562.
 Ankerit a. Steiermark 432.
 Anorthit, Schmelzp. 302, 424.
 — v. Aranyi Berg, Krystallf. 504.
 Anthraphenon 639.
 Antimon, destill., Krystallf., spec. Gew. u. W. 605.
 Antimonglanz a. d. Prov. Grosseto, Vork., Anal. 94.
 — v. Körnőczbánya, Vork., Krystallf. 504.

- Antimonkupfer, künstl., Cu_3Sb 322, Cu_2Sb 324.
 Antimonoxyd-Kali, weinsaures, + $NaNO_2$ + aq 535.
 Apatit i. Kaolinlagerstätten 406.
 — v. Baveno, Vork., Krystallf. 98.
 — v. Biella, Prov. Novara, Vork., Krystallf., Chem., Opt. 222.
 — v. d. ecuatorian. Ost-Cordillere 524.
 — v. Erzberg, Kärnten 431.
 — (Fluor-) v. Pisek, Lichtbrechung 284.
 — v. Quebec, Habit., Vork. 343, 345.
 — (Moroxit) v. Fl. Swakop, S.-W.-Afrika, Habitus 426.
 Apophyllit v. Erythraea, qualit. Anal., Habitus 92.
 — v. Jakuben, Böhmen, Krystallf. 649.
 Aragonit, Bildung aus wässriger Lösung 422.
 —, chromat. Reaction 288.
 — v. Senze do Itombe 542.
 Ardennit, Anal., chem. Zusammens. 392.
 Arsen, gelbes 608.
 Arsenkies, metasom. 505.
 — v. Brosso 540.
 — v. Celebes 544.
 — aus Niederösterreich, Krystallf. 309.
 Arsenschwefel a. d. Solfatara v. Pozzuoli, Anal., physik. Eigensch. 297.
 Arsensesquioxyd, Constitution 608.
 Arsensulfurit v. Java 423.
 Arsenzinn, künstl. 326.
 Artinit a. d. Amianthgruben d. Lanternales, Vork., Anal., krystall.-opt. Eigenschaften 403.
 Asbest v. Poschiavo, Graubünden, Vork., Anal. 424.
 Asparaginsäure, inactive 533.
 Auerbachit s. Zirkon.
 Augit, metasom. 505.
 —, Schmelzp. 304, 421.
 — i. Kaolinlagerstätten 407.
 —, gegenseitige Löslichkeit geschmolzener Mineralien 416.
 —, chloromelanitische, a. d. Alpen, Dispersion 292.
 —, Jadeit-, a. d. Alpen, Dispersion i. Beziehung m. ihrer chem. Zusammens. 292.
 — v. Biella, Prov. Novara, Vork., Krystallf., Opt. 229.
 — (Agirin) v. Canale Monterano, Habitus, Pleochr., chem. Unters. 58.
 — v. Celebes 349.
 — a. d. Umgeb. v. Dillenburg, Anal. 409.
 — v. d. ecuatorian. Ost-Cordillere, Habit. 524.
 — v. Grenville, Can. 347.
 — i. Basalt b. Marburg, Verwachsung v. monoklin. u. rhombisch. 410.
 — v. Münchberg 524.
 — v. Quebec 343, 344.
 — v. Schluckenau, Böhmen, Anal. 430.
 — v. Südtirol, Eigensch. 434.
 Augite, thonerdehaltige Natron- v. Biella, Umwandl. i. Plagioklas, resp. Hornblende 404.
 — v. Canale Monterano, Krystallf., Ätzfig., Pleochr., Umwandl. i. Biotit 52, 57.
 Axinit v. Biella, Prov. Novara, Vork., Krystallf., Pleochr. 259.
 Azobenzol u. Stilben, Bildg. d. Mischkryst. durch Sublimation 95.
 Az-p-Chlorphenyl-ald-Phenyl-naphtholtriazin 532.
 Azurit a. d. Prov. Grosseto 94.
- B.**
- Baryumplatojodnitrit 534.
 Baryumsilicat $BaSiO_3$ + $6H_2O$, Krystallf. 283.
 Baryum, vanadinsaures, $Ba_2V_{10}O_{28}$, 49 aq 532.
 Bastit v. Celebes 348.
 Bauxit, Anal. 296.
 Bauxite a. Italien, Anal. 409.
 Benzopinakon 409.
 Benzylphthalimid u. -isoimid, Beitr. z. Erforsch. d. Zusammenhanges zwisch. Polymorphie u. chem. Desmotropie 374.
 Bergteer v. Sistiana bei Triest, Vork. 429.
 Beryll v. Marschendorf, Mähren, Habitus 308.
 — a. d. Gebirge Motajica Planina, Bosnien, Vork., Habitus, Anal. 298.
 Betainchloraurat 644.
 Bibromnitrophenol 82.
 Biotit, Schmelzpunkt 304.
 —, Verwachs. m. Kalkspat, KJ , KBr , KCl 448.
 — v. Biella, Prov. Novara, Vork., Opt. 227.
 — v. Canale Monterano, Krystallf. 67.
 — v. Celebes 349.
 — v. Münchberg 520.
 — v. d. ecuatorian. Ost-Cordillere 523.
 — a. d. Granit d. Riesengebirges, Anal. 404.
 Bisoxyhydrochinonhexaäthyläther 627.
 Blei, destill., Krystallf., spec. Gew. u. W. 604.
 —, essigsaures 533.
 Blei-Barytlager v. Trou des Romains b. Courmayeur 296.
 Bleiglanz, metasom. 505.
 — v. Brosso 540.
 — a. d. Prov. Grosseto, Anal. 94.
 — v. Ivrea 293.
 — i. d. lothring.-luxemburg. Eisenerzlager n 427.
 — v. Rippau, Mähren, Vork. 546.
 — v. Senze do Itombe 542.
 — v. Steiermark 432.
 — v. Traversella 509.
 Bol v. Mähren, Anal. 545.
 Borax i. d. Eruptionsproduct. a. d. Salsengebiet v. Kertsch u. Taman 508.
 Bornit s. Buntkupfererz.

Borwolframsaures *Cd*, *Cu*, *Ni*, *Co*, *Ur*,
Dichte, Brechungsindizes 602.
Bourbonit v. Brosso 510.
— v. Portotorres, Sardinien, physik. Eigen-
schaft., Anal. 97.
Brauneisenerz v. Amberg, Vork., Pseudom.
n. Pyrit 548.
— v. Biella, Prov. Novara, Vork. 248.
— a. Chile 509.
— a. d. Prov. Grosseto 94.
— v. Mähren, Vork., Anal. 543.
— a. d. Karstgebiet v. Triest 307.
Brompernitrosokampher u. Iso- 405.
Brookit, Einfluß d. Temperaturänderung
auf d. opt. Verhalten 89.
Bronzit, Schmelzp. 302.
Brucit, Temp. u. opt. Verh. 89.
Brucit a. d. Radautale, ein neuer Lepto-
chlorid, Vork., Anal. 302.
Brunsvigit a. d. Radautale, ein neuer Lepto-
chlorit, Vork., Anal. 302.
Buntkupfererz v. Biella, Prov. Novara,
Vork. 244.
— v. Mähren 513.
— a. Transkaukasien 508.

C.

Cadmium, destill., Krystallf., spec. Gew. u.
W. 604.
—, Nachweis auf trockenem Wege 506.
Cäsiumeisenchlorid, Isomorphieverh. m.
 NH_4 -, *K*- u. *Rb*-Salz 72.
—, Anal. 72; Mess. 74.
Calcit s. Kalkspat.
Campherchinonderivate 645.
Cernitrat 534.
Cerussit s. Weißbleierz.
Cervantit a. d. Prov. Grosseto 94.
Chabasit v. Biella, Prov. Novara, Vork.,
Habitus, Anal. 263.
— v. Fellberg, Mähren 308.
— (Phakolith) a. d. Umgegend v. Rom,
Habitus, Anal. 400.
Chalcedon v. Celebes 318.
— v. Mähren, Vork. 513.
Chalkophyllit v. Schmiedeberg, Erzgebirge
307.
Chalmersit v. Morro Velho i. Minas Geraes,
neues Mineral d. Kupferglanzgruppe,
Mess., Anal. 444.
Chlorammonium-Jodammonium, Misch-
ungsversuche, Isomorphieverh. 69.
Chlorbromnitrophenol 81.
Chlorhydrat des 4-Phenyl-3-Imidotriazolins
537.
Chlorit, metasom. 505.
— v. Biella, Prov. Novara, Vork. 228.
— v. Celebes, Pseudom. n. Augit 348, 349.
— v. d. ecuatorial. Ost-Cordillere 523.
— v. Erzberg, Kärnten 431.
— v. Fassa- u. Fleimsertale 522.
— i. Weißstein v. Jordansmühl, Anal. 449.
Chloritmineralien v. Münchberg 524.

Chlornatrium, Abhängigkeit zwischen d.
Krystallf. u. d. Zustände der Lösung 556.
4-Chlor-m-Phenylendiamin 624.
Chloromelanitische Pyroxene a. d. Alpen,
Dispersion 292.
4:3:5-Chlorphenylendiamin 625.
Chlorverbindung aus Phtalid, $C_8H_4OCl_4$ 534.
 $C_6H_4O_4$, Zersetzungsproduct aus δ -Oxy-
- α -Methylglutarsäure 623.
 $C_8H_4OCl_4$ 534.
Chromatische Reaction v. Kalkspat n. Ara-
gonit 288.
Chromeisenerz, Löslichkeit i. Fluorwasser-
stoffsäure 626.
— v. Borneo 509.
Chrysoberyll i. Kaolinlagerstätten 407.
Chrysotil v. Celebes 348.
Cölestin, Einfluß d. Temperaturänderung
auf d. opt. Verhalten 89.
Conchit 524.
Cordierit v. Linz a. D., Vork. 309, 429.
— a. d. Granit d. Riesengebirges, Anal. 404.
Cyanit i. Kaolinlagerstätten 407.
— v. Erzberg, Kärnten 431.
— v. Münchberg 524.

D.

Dampfspannung des Krystals 204.
Datolith, Einfluß d. Temperaturänderung
auf d. opt. Verhalten 89.
Delessit v. Fassa- u. Fleimsertale 522.
Desmin v. Biella, Prov. Novara, Vork.,
Habitus 265.
— v. Fassa- u. Fleimsertale 522.
Diacetyläther des Dioxynaphthalins 534.
Diacetylmeso-weinsäurenitril 612.
Diacetyltraubensäurenitril 623.
3,5-Diäthoxy-Äthenyl-2-Amidophenol 629.
3,5-Diäthoxyorthochinon-2-Monoximäthyl-
äther 628.
Diäthylamidomonooxybenzol, Chlorhydrat
des symmetr. 629.
—, symm., Chlorhydrat, Diacetyl- u. Tri-
acetylderivat 630.
Diallag, Schmelzpunkt 304.
Diamant, elektr. Eigenschaften 402.
—, Herst. künstl. aus Silicatschmelzen 643.
— v. Borneo, Vork. 509.
Diaphorit v. Felsöbánya, Krystallf. 504.
Diaspor i. Kaolinlagerstätten 407.
Dibrom-Collidindicarbonsäureäther-Dibro-
mid 598.
3-5-Dibrom-2-4-Dinitrotoluol 366.
p-Dibromdiphenyl 534.
Dibromhydrochelidonsäuremethylether
532.
Dibromselendiphenyl 289.
Dibromtellurdiphenyl 290.
3-5-Dibrom-2-4-6-Trinitrotoluol 367.
Dichinolyl 642.
Dichlor-Anisole 567.
Dijod-p-Nitro-Anisol 568.

Dihydrosantinsäuremonochromderivat
 $C_{18}H_{17}BrO_2$, β -Mod. 536.
 1,4-Dimethyl-2- resp. 4-Äthyl-6-Acetyl-3,5-Dibromphlorotriol 634.
 Dimethylammonium-Kupferchlorid 547.
 Dimethylaminchloroplatinat 535.
 $\beta\beta$ -Dimethylindolenil- α -Methylketooxim-
 u. Acetylderivat dess. 286.
 Dimethyl-3-methyl-2- resp. 4-pentan-2,5-
 olidsäure 410.
 Dimethyl-phenyl-ammoniumjodid-Essig-
 säureäthylester- u. -methylester 610.
 2,4-Dimethylphloroglucine 632.
 2,4-Dimethyl-1,4,3,5-Tetrachlor-Phlorodi-
 ol-6-on 636.
 Dimethyltetrachlortriketo-R-hexylen 635.
 Dimethyl-p-tolyl-ammoniumjodid-Essig-
 säuremethylester 644.
 Dinitro-Aniline, morphotr. Bezieh. b. d. i.
 d. Aminogruppe subst. 443.
 Dinitro-Anisole 564.
 Dinitrochlortoluol 625.
 o-, p-Dinitrophenylamin carbonsäure, Am-
 moniumsalz 624.
 2-6-Dinitro-3-4-5-Tribromtoluol 362.
 3-5-Dinitro-2-4-6-Tribromtoluol 359.
 4-6-Dinitro-2-3-5-Tribromtoluol 364.
 Diopsid v. Celebes 349.
 — v. Côte St. Pierre, Can., Vork., Krystallf.,
 Anal. 498.
 Di-p-nitrobenzilcyanessigsäureester 444.
 Dioxim der Hydrochelidonsäure 533.
 Dioxindol 600.
 Dioxynaphtalin, Diacetyläther 534.
 Dipropylaminplatinchlorid 537.
 Disthen s. Cyanit.
 Dolomit, metasom. 505.
 — v. Amberg 548.
 — v. Wildkreuzjoch, Verwachs. m. Nema-
 phyllit 305.
 Domeykit, künstl. 324.
 Doppelbrechung f. verschiedene Farben,
 Bestimmung an einig. Mineralien 340.
 Doppelsalze, Löslichkeit u. Zersetzlichkeit
 ders. in Wasser 643.
 Dumortierit i. Kaolinlagerstätten 407.
 α -Dypnopinakon 549.

E.

Eisenarsenür, künstl. 326.
 Eisenerze, Löslichkeit i. Fluorwasserstoff-
 säure 426.
 Eisenerzlager, Vork., mineral. Zusammens.
 u. Entstehung d. deutsch-lothring. und
 luxemburg. 427.
 Eisenglanz, Löslichkeit i. Fluorwasserstoff-
 säure 426.
 — v. Atna, krystallogr. Untersuch. 294.
 — v. Biella, Prov. Novara, Vork. 247.
 — v. Celebes 349.
 — v. Mähren 543.
 — v. Schmiedefeld, Thüring. Wald 546.

Eisenglanz i. Oligoklas v. Tvedestrand,
 Lage 307.
 Eisenglanz-u.-kieslagerstätte v. Brosso 540.
 Eisenkies, Löslichkeit i. Fluorwasserstoff-
 säure 426.
 —, metasom. 505.
 — i. Kaolinlagerstätten 407.
 — v. Biella, Prov. Novara, Vork., Habitus
 243.
 — v. Biella, Prov. Novara, Umwandl. in
 Limonit 248.
 — v. Brosso, Vork. 540.
 — v. Celebes 348, 544.
 — a. d. Prov. Grosseto, Habitus, Anal. 94.
 — v. Ivrea 293.
 — a. d. Karstgebiet v. Triest 307.
 — v. Körmöczbánya, Vork., Habitus 502.
 — i. d. lothring.-luxemburg. Eisenerz-
 lagern 427.
 — v. Mähren, Vork. 542.
 — v. Predazzo 522.
 — v. Quebec 343.
 — v. Schmiedefeld, Thüringer Wald 546.
 — v. Sohland a. d. Spree, Vork. 507.
 — v. Spizza, Dalmatien 430.
 — a. Transkaukasien 508.
 — v. Traversella, Vork. 509; Habitus 425.
 Eisenkiese a. Ungarn, Verhalt. b. d. Destill.
 i. Vacuum 502.
 Eisenkiesel v. Mähren, Vork. 548.
 Eisenoxydhydrat i. d. lothring.-luxemburg.
 Eisenerzlagern 427.
 Eisenspat, metasom. 505.
 — i. Kaolinlagerstätten 407.
 — v. Amberg, Vork. 548.
 — i. d. lothring.-luxemburg. Eisenerzlagern
 427.
 — v. Mähren, Vork. 544.
 Eisenstannide, künstl. 327.
 Eläolith s. Nephelin.
 Elektrische Öfen, zwei neue v. Heraeus i.
 Hanau 420.
 Epidot, metasom. 505.
 —, Schmelzp. 302.
 — i. Kaolinlagerstätten 407.
 — v. Biella, Prov. Novara, Vork., Opt.,
 Anal. 223.
 — v. Celebes 349.
 — v. Marschendorf u. Wermsdorf, Mähren,
 Krystallf. 308.
 Epsomit v. Kalusz, Krystallf. 309.
 Erstarrungstypus, Beispiel b. Mischkryst.
 v. S. u. Se 606.
 Essigsäures Blei 533.
 Eulytin v. Schwarzenberg, umgewandelt i.
 Wismuthocker 307.
 Evansit v. Mähren 545.

F.

Fahlerz, Krystallstruktur 552.
 — v. Ivrea, Anal. 293.
 Feldspäte, Druckfestigkeit 446.

Feldspäte, andesitische, Glaseinschlüsse 444.
 —, Krystallstruktur 543.
 —, metasom. 505.
 — a. Chile 509.
 — v. Predazzo 522.
 — v. Quebec 343.
 Feldspat-Uralitisierung d. Natron-Thonerde-Pyroxene a. d. Gebirge v. Biella 404.
 Ferriacetylaceton 624.
 Feste Lösungen, Untersuchungen 96.
 Fläche, Wachstums- u. Auflösungsge-
 schwindigkeit 494.
 Flächen oder Zonen als Ausgang d. Formen-
 entwickl. 385.
 Flüssige Luft als Erkaltungsmittel b. kry-
 stallogr.-opt. Untersuch. 409.
 Fluorit, metasom. 505.
 — i. Kaolinlagerstätten 407.
 — v. Biella, Prov. Novara, Vork., Habitus
 240.
 — v. Gellért-Berg, Budapest, Krystallf. 503.
 — a. d. Prov. Grosseto 94.
 — v. Quebec 343.
 — v. Schmiedefeld, Thüringer Wald 546.
 Formenentwicklung, Flächen oder Zonen als
 Ausgang ders. 385.
 Formensystem aus Accessorien, abgeleitet
 a. Topas 377.

G.

Gastaldit, Schmelzp. 304.
 Gesetz der activen Massen, krystallogr. 558.
 Gestaltenlehre, Minimumproblem 277.
 Gismondin a. d. Umgegend von Rom, Anal.
 399.
 Glaseinschlüsse i. andesitischen Feldspäten
 444.
 Glaukophan v. Celebes 349.
 — v. Chateyrourx, Krystallf., Anal. 94.
 Gleichgewichte, heterogene, zwisch. Misch-
 krystallen v. isomorph. Salzhydraten 94.
 Glimmer, metasom. 505.
 —, Verwachs. m. ander. Substanzen 448.
 —, Zugfestigkeit 446.
 — i. Kaolinlagerstätten 406.
 — v. Erzberg, Kärnten 434.
 —, heller, a. d. Granit d. Riesengebirges,
 Anal. 404.
 Goethit v. Amberg 548.
 — v. Brosso 540.
 — v. Mähren, Vork. 543.
 Gold, metasom. 505.
 —, destill., spec. Gew. u. W. 604.
 — v. Borneo 509.
 — i. d. Eifel, Vork. 506.
 — v. Niederländ.-Ostindien, Vork. u. Ge-
 winnung 540.
 — v. Roudny, Böhmen, Vork. 547.
 Granat, wahrscheinliche Bildungsarten 403.
 —, metasom. 505.
 —, Schmelzpunkt 304.
 — i. Kaolinlagerstätten 407.

Granat v. Biella, Prov. Novara, Vork.,
 Habitus, Opt. 225.
 — v. Canale Monterano, gelber, Habitus 54.
 — (Melanit) v. Canale Monterano, Krystallf.
 50.
 — v. Celebes 349.
 — i. Weißstein v. Jordansmühl 420.
 — v. Münchberg, Vork., Anal. 520.
 — (Melanit) v. Predazzo 522.
 — v. Quebec 346.
 — v. Schmiedefeld, Thüringer Wald, Kry-
 stallf. 547.
 Graphit i. Kaolinlagerstätten 407.
 — v. Erzberg, Kärnten 434.
 — v. Graphite City, Can., Vork. 366.
 — a. Mähren, Vork., Zusammens. 542.
 — v. Quebec 343.
 — v. Templeton, Can. 346.
 Grossular, Schmelzp. 304.
 Guarinit v. Vesuv, Krystallf., chem. Zu-
 sammens. 424.
 Gyps, Einfluß d. Temperaturänderung auf
 d. opt. Verhalten 88.
 —, flüssige Luft als Erkaltungsmittel b.
 krystallogr.-opt. Untersuch. 440.
 — a. Chile 509.
 — v. Dürreheim b. Donaueschingen, Neu-
 bildung, Habitus 288.
 — a. d. Karstgebiet v. Triest 307.
 — v. Mähren 545.
 — v. Spizza, Dalmatien 430.

H.

Halogenverbindungen, organ., krystallogr.
 Unters. 78.
 Hauptstructurarten der Krystalle des kubi-
 schen Typus u. speciell über die des
 Zirkon 529.
 Herschelit a. Sicilien, Vork., Opt., Krystallf.
 294.
 Heulandit v. Baveno, Vork., Krystallf., opt.
 Eigensch. 98.
 — v. Elba, Einfl. d. Temperaturänder. auf
 d. opt. Verhalt. 86.
 — v. Berufjord, Einfl. d. Temperaturänder.
 auf das opt. Verhalt. 88.
 — v. Biella, Prov. Novara, Vork., Habitus,
 Opt., Anal. 266.
 — v. Fassa- u. Fleimsertal 522.
 Hexahydrophthalsäure 404.
 Hexamethylphloroglucin 637.
 Holz-Opal, Umwandlung i. Holzquarz durch
 höhere Temp. 401.
 Hornblende, gegenseitige Löslichkeit ge-
 schmolzener Mineralien 445.
 —, metasom. 505.
 —, Schmelzp. 304, 424.
 — i. Kaolinlagerstätten 407.
 — v. Biella, Prov. Novara, Umwandl. in
 Limonit 248.
 — v. Biella, Prov. Novara, Vork., Anal.,
 Krystallf., Opt. 234.

Hornblende v. Celebes 349.
 — v. Dux, v. besonderer opt. Orientierung 307.
 — v. d. ecuatorian. Ost-Cordillere, Habitus, Pleochroism. 524.
 — v. Münchberg 524.
 — v. Quebec 343.
 Hussakit i. Kaolinlagerstätten 407.
 Hyacinth s. Zirkon.
 Hydrindinsäure 600.
 Hydrargillit a. d. Palnibergen, im Süden v. Indien, Anal., Vork. 444.
 Hydrobenzoin in Dibenzyl, feste Lösungen 96.
 Hydroberberinäthyltrijodid 532.
 Hydrochelidonsäure, Dioxim ders. 533.
 Hydrochinondiäthyläther 626.
 Hydroschwefelsaures Zink 649.
 Hydrozimmersäure 407.
 Hypersthen v. d. ecuatorian. Ost-Cordillere 524.

I.

Idokras s. Vesuvian.
 Interferenzfarben, experiment. Untersuch. über die Skala 298.
 Isapiolpikrat 106.
 Iso- α -Methylglutaconsäure 623.
 Isocarbostyryl, salzsaures 642.
 Isodikamphenpyrazin 645.
 Isomerie, chemische, u. Polymorphismus, Unterscheidung 92.
 Isomorphe Salzhydrate, heterogene Gleichgewichte zwisch. Mischkrystallen ders. 94.
 Isomorphie von *Cl*, *Br* u. *J* i. organ. Verbind. 78.
 Isomorphieverhältnisse der Salze v. NH_4 , *K*, *Rb* u. *Cs* m. anorgan. Säuren 76.
 — d. Doppelsalze von Eisenchlorid mit NH_4Cl , *KCl*, *RbCl* u. *CsCl* 72.
 Isomorphismus, Studien 396.
 Isonicotinsäuremethylbetain-Chloroplatinat 644.

J.

Jadait-Pyroxene a. d. Alpen, Dispersion i. Bezieh. m. ihrer chem. Zusammens. 292.
 Jamesonit v. Ivrea, Anal. 293.
 Jod u. Jodkalium, Mischkrystalle 397.
 Jodammonium-Jodkalium, Mischungsversuche 71.
 Jodbromnitrophenol 82.

K.

Kairolinjodid 642.
 Kairolinjodmethyolat 642.
 Kakoxen v. Amberg 548.
 — v. Ober-Rosbach, Taunus, Vork., Zusammensetz. 426.
 Kalifeldspat, Krystallstruktur 543.
 — (Orthoklas), Schmelzp. 302.

Kalifeldspat (Orthoklas) v. Biella, Prov. Novara, Vork., Anal., Krystallf. 249.
 — v. Celebes 348, 349.
 — (Orthoklas) v. Erzberg, Kärnten 431.
 — v. Gebel Kubeher 320.
 — a. Niederösterreich, Krystallf. 309.
 — v. Predazzo 522.
 — (Mikroklin) v. Quebec 343.
 — (Orthoklas) v. Rothenegg b. Linz, Habitus 428.
 Kaliglimmer, metasom. 505.
 Kalium-Cadmiumchlorid 644.
 Kaliumeisenchlorid, Isomorphieverhältn. m. NH_4 -, *Rb*- u. *Cs*-Salz 72.
 Kaliumvanadat 534.
 Kalk, kohlensaurer 524.
 Kalkspath, chromatische Reaction 288.
 —, metasom. 505.
 — v. Biella, Prov. Novara, Vork., Habitus 249.
 — v. Celebes 348.
 — a. d. Prov. Grosseto 94.
 — v. Katharinenberg, Erzgebirge, Krystallf. 342.
 — v. oberen Klemmtunnel der Strecke Schwarzach—Gastein, Vork., Habitus 342.
 — v. Körmöczbánya, Habitus 502.
 — v. Mähren, Vork. 513.
 — v. Schmiedefeld, Thüring. Wald 547.
 — v. Quebec 343.
 — v. Senze do Itombe, W.-Afrika 542.
 — v. Szob, Krystallf. 503.
 Kaolinlagerstätten 405.
 Kaolin v. Mähren 545.
 Kaolinit, metasom. 505.
 — i. Kaolinlagerstätten 406.
 — v. Mähren 543.
 Kaolinvarietät v. d. Palnibergen im Süden v. Indien, Anal. 444.
 Karinthin v. Münchberg 524.
 Kassiterit s. Zinnerz.
 Kieseleisenstein v. Mähren, Vork. 543.
 Kieselkupfer v. Senze do Itombe, W.-Afrika 542.
 Kinematisch-geometrische Theorie d. affinveränderlichen, ähnlich-veränderlichen u. starren räumlichen oder ebenen Systeme 617.
 Klinochlor v. Zöptau, Habitus 308.
 Klinozoisit v. Münchberg 524.
 — i. Kaolin v. Passau 407.
 Koenenit v. Volpriehausen i. Solling, Vork., Eigensch., Anal. 423.
 Kohle i. Diabas v. Radotin 428.
 Kohlensaurer Kalk 524.
 Korund i. Kaolinlagerstätten 407.
 — v. Borneo 509.
 krystall, Dampfspannung 204.
 — u. Mutterlauge 492.
 Krystalle, Eigensch. ders. v. Standpunkte d. Thermodynamik 189.
 —, die in d. Leclanchézellen entstehen 644.
 —, Lehre v. d. Spaltbarkeit 527.

Krystallform, Abhängigkeit zwisch. ihr u. dem Zustande der Lösung 555.
 Krystallgebäude, Lockerung dess. unter d. Einfluß v. Salzsäure 425.
 Krystallgestaltenlehre, Minimumproblem 277.
 Krystallisationswasser, Betrachtungen 408.
 Krystallklassen u. -systeme, einfache Symbolisierung 289.
 Krystallographisches Gesetz der activen Massen 558.
 Krystallogr.-opt. Untersuch., flüssige Luft als Erkaltungsmittel 409.
 Krystallstructur, Grundlagen einer neuen Theorie 43.
 — 529.
 Ktypeit 524.
 Kubischer Typus, Hauptstructurarten der Krystalle dess. 529.
 Kupfer, dest., sp. Gew. u. W., Krystallf. 604.
 —, metasom. 505.
 — a. Transkaukasien 508.
 Kupferchlorid-Ammoniumchloridlösung, Mischkrystalle aus ammoniakal. 397.
 Kupfererze a. Transkaukasien 508.
 Kupferglanz v. Celebes 348.
 — v. Kyffhäuser, Vork. 548.
 — v. Senze do Itombe, W.-Afrika 542.
 — v. Sohland a. d. Spree, chem. Zusammensetzung 507.
 —, metasom. 505.
 — v. Biella, Prov. Novara, Vork. 244.
 — v. Boccheggiano, Chem. 295.
 — v. Brosso 540.
 — v. Celebes 348.
 — a. d. Prov. Grosseto 94.
 Kupferlies v. Kaisersberg, Steiermark, Vork. 432.
 — v. Kyffhäuser, Vork. 548.
 — i. d. lothring.-luxemburg. Eisenerzlager 427.
 — v. Predazzo 522.
 — v. Quebec 343.
 — v. Sohland a. d. Spree 507.
 — a. d. Sünikgruben i. Gouvern. Elisabethpol 508.
 — v. Traversella 540.
 — aus Ungarn, Mess. 588.
 Kupferlasur v. Senze do Itombe, W.-Afrika 542.
 Kupfersulfat a. Chile, Vork. 509.
 Kupfersulfat-Ammoniumsulfatlös., Mischkrystalle aus ammoniakalischen 396.
 Kupfersulfat - Kaliumsulfatlösung, Mischkrystalle aus ammoniakal. 397.

L.

Labradorit, Schmelzp. 302.
 — v. Schluckenau, Böhmen, Anal. 480.
 Lactonsäuren, zwei isomere 440.
 Langbeinit v. Löderburg b. Staßfurt, Krystallf. 646.

Laumontit v. Biella, Prov. Novara, Vork., Habitus 265.
 — v. Cala Francese, Maddalena-Ins., Vork., Anal. 93.
 Leadhillit v. Sardinien, Einfl. d. Temperaturveränd. a. d. opt. Verhalt. 88.
 Lepidolith, Schmelzp. 304.
 Lepidomelan, Verwachs. m. Astrophyllit 448.
 — i. Mariupolit v. Jekaterinoslaw, Anal. 305.
 Leucit, Schmelzp. 302, 424.
 — v. Celebes 349.
 Limonit s. Brauneisenerz.
 Löslichkeit, gegenseitige, geschmolzener Mineralien 445.
 Lösung, Abhängigkeit zwisch. d. Krystallf. u. d. Zustände ders. 555.
 Lösungen, feste, Untersuchungen 96.
 Luteokobaltsulfat 537.

M.

Magnesiumcarbonat, basisches, Artinit, a. d. Amianthgruben d. Lanternatales, Vork., Anal., kryst.-opt. Eigensch. 403.
 Magnesiumnatriumsulfat (SO_4MgNa_6), kstl. 647.
 Magnesium-Platincyänür 620.
 Magnesit, metasom. 505.
 Magneteisenerz, gegenseitige Löslichkeit geschmolzener Mineralien 445.
 —, Löslichk. i. Fluorwasserstoffsäure 426.
 —, Schmelzp. 302, 424.
 —, Verschwinden u. Wiedererscheinen d. Magnetismus b. Erhitzen u. Abkühlen dess. 447.
 — i. Kaolinlagerstätten 406.
 — v. d. Alpe Lercheltini, Binnental, Pseudom. n. Ilmenit 303.
 Magneteisenerz v. Biella, Prov. Novara, Vork., Habitus, Ti-haltig. 248.
 — v. Borneo 509.
 — v. Brosso 540.
 — v. Canale Monterano, Vork., Krystallf. 49.
 — v. Celebes, Pseudom. n. Augit 348.
 — i. d. lothring.-luxemburg. Eisenerzlager 427.
 — v. Luzon, Vork. 508.
 — v. Predazzo 522.
 — v. Schmiedefeld, Thüring. Wald, Vork. 347.
 — v. Traversella, Piemont, Vork. 509.
 Magnetkies, Löslichkeit in Fluorwasserstoffsäure 426.
 —, metasom. 505.
 — v. Biella, Prov. Novara, Vork., Eigenschaft., reducier. Wirkung 244.
 — v. Celebes 344.
 — v. Erzberg, Kärnten 431.
 — v. Münchberg 322.
 — v. Sohland a. d. Spree, Vork., Anal. 507.
 — v. Quebec 343.

Magnetkies, Nickel-, v. Norwegen, *Pt*-Gehalt 544.
 Malachit v. Biella, Prov. Novara, Vork. 220.
 — v. Senze di Itombe, W.-Afrika 512.
 Mangan, äpfelsaures 622.
 Mariupolit 304.
 Markasit, metasom. 505.
 — i. Kaolinlagerstätten 407.
 — v. Brosso 540.
 Marmor von Carrara, qual. u. quant. Anal. 409.
 Mejonit, Krystallf. 546.
 —, Schmelzp. 302.
 Melanit, Schmelzp. 304.
 Meroxen, Schmelzp. 302.
 Metalldestillation u. destillierte Metalle 604.
 Metallischer Zustand, Wesen dess. 607.
 Metasomatische Prozesse auf Gängen 504.
 Meteoreisen v. Bethanien, Gr.-Namaland 649.
 Meteoreisenzwilling v. Mukerop, Habitus 649.
 3-Methoxy-2,6-Dimethyl-Phentriol 638.
 p-Methoxymandelsäure, racem. u. active 270.
 α-Methylglutaconsäure 623.
 Methylpentachlortrieto-R-hexylen 635.
 Methylphloramin-Chlorhydrat 634.
 Miaskit, Krystallstruktur 552.
 Mikroklin, Schmelzp. 302.
 Mikrolith, Krystallstruktur 552.
 Mikroskop, Verbesserung a. d. Polarisatoreinrichtung 309.
 Mineralien, geschmolzene, gegenseitige Löslichkeit 445.
 Minimumproblem i. d. Gestaltenlehre 277.
 Mischkrystalle, Bildung durch Sublimation 95.
 — aus ammoniakal. Kupferchlorid-Ammoniumchloridlösung 397.
 — aus ammoniakal. Kupfersulfat- + Ammoniumsulfatlösung 396.
 — aus ammoniakal. Kupfersulfat-Kaliumsulfatlösung 397.
 — v. Jod und Jodkalium 397.
 — v. Schwefel u. Selen 606.
 Mohsit a. d. Beaume, Dora Ripariatal, Vork., Krystallf., 99.
 Molybdänglanz v. Biella, Prov. Novara, Vork., Anal. 244.
 — v. Schmiedefeld, Thüringer Wald 546.
 — v. Templeton, Can. 346.
 — v. Traversella 309.
 Monazit i. Kaolinlagerstätten 407.
 Monimolit, Krystallstruktur 552.
 Monoamidotrimethylgallussäuremethylether-Chlorhydrat 627.
 Monobromtrimethylphloroglucin 633.
 Monticellit a. d. Veltlin, Vork. 430.
 Moroxit s. Apatit.
 Muscovit, Schmelzp. 304.
 — v. Biella, Prov. Novara, Vork. 227.
 — u. Biotit, Verwachs. m. *KJ* u. *KBr*, *KCl* 448.

N.

Naphtalinpikrat 407.
 Natrium, saures unterphosphorsaures, 546.
 Natriummagnesiumsulfat $(SO_4)MgNa_2$, künstl. 647.
 Natrium-Silberthiosulfat 535.
 Natrium, p-xyloisulfonsaures 549.
 Natrolith, Krystallf. 546.
 — aus Böhmen, Krystallogr.-opt., Anal. 618.
 — a. d. Euganeen, Habitus 292.
 Nemaphyllit v. Wildkreuzjoch, Verwachs. m. Dolomit, Eigensch. 305.
 Nephelin, Schmelzp. 302, 421.
 — (Eläolith), gegenseitige Löslichkeit geschmolzener Mineralien 446.
 — i. Mariupolit v. Jekaterinoslaw, Anal. 305.
 Nicol v. Fedorow, verbunden m. Glasplättchenpaketen 297.
 Nickelerzlagstätte v. Sohland 307.
 Nickelmagnetkies v. Norwegen, *Pt*-Geh. 544.
 — v. Sudbury, Can., Platingeh. 544.
 Nitroderivate des Anilins 443.
 Nitro-Aniline, morphotr. Beziehung b. d. in d. Amino-Gruppe substituierten 448.
 Nitro-Anisole 562.
 p-Nitrobenzolsulfonsäureamid u. -chlorid 609.
 2-4-Nitrochlorbenzoesäure 626.
 o-Nitro-p-Sulfobenzoesäuredimethylester 645.
 (3)-Nitro-2-4-5-Tribromtoluol 365.
 Nontronit i. Kaolinlagerstätten 406.
 Normetahemipinsäure 638.

O.

Oктаëdrische Structur 539.
 Oligoklas, Schmelzp. 302.
 — v. Biella, Prov. Novara, Vork., Anal., Krystallf. 253.
 — i. Weißstein v. Jordansmühl, Anal. 419.
 Olivin, Schmelzp. 302.
 — v. Canale Monterano, Krystallf. 50.
 — v. d. ecuatorian. Ost-Cordillere, Habitus 524.
 — (Titan-) i. d. piemontesisch. Alpen. Verbreitung 289.
 — v. Traversella, Vork. 509.
 — a. d. Veltlin, Vork. 430.
 Omphacit v. Celebes 349.
 — v. Münchberg 524.
 Opal, Pseudom. n. Feldsp. v. d. ecuator. Ost-Cordillere 523.
 — v. Mähren, Vork. 513.
 — i. Kaolin v. Passau 407.
 Opaltigerauge aus Tasmanien 309.
 Optisch-krystallogr. Untersuch., flüssige Luft als Erkaltungsmittel 409.
 Optische Vorrichtungen, die auf d. Anwendung d. Glasplättchenpakete beruhen 297.

Orthit v. Erzberg b. Hüttenberg, Kärnten, Vork. 431.
 — v. Münchberg 324.
 Orthoklas s. Kalifeldspat.
 Orthotoluolsulfonamid 548.
 Oscin-Chloroplatinat 645.
 Oxalsäures Natrium u. Chrom, Doppelsalz 589.
 p-Oxybenzoesäure 444.
 p-Oxybenzophenon 406.
 Oxy- α -Naphthochinonessigsäure 643.
 Oxynaphtoesäuremethyläther 548.
 Oxynaphtylmethylketon-Acetylderivat 599.

P.

Parabromphenol 547.
 Parameter 580.
 Paramidobenzoësäure 537.
 Pentachlorphenolbenzoat 536.
 Pentagondodekaëder, regelmäßige, kristallogr. Unmöglichkeit 617.
 Pentagonikositetraëder, ein bemerkenswertes 528.
 Peucedanin 639.
 Phakolith a. d. Umgegend v. Rom, Habitus, Anal. 400.
 Phenakit i. Kaolinlagerstätten 407.
 Phenylacridin 549.
 p-Phenylendicarbylamin 625.
 4-Phenyl-3-Imidotriazolin, Chlorhydrat desselben 537.
 Phillipsit a. d. Umgegend v. Rom, Krystallf., Anal. 398.
 — v. Szigliget, Krystallf. 508.
 Phlogopit a. d. Ottawatal, Canada 313.
 — v. Quebec, Eigensch. 313, 314.
 Phloroglucindimethyläther 628.
 Phloroglucine 632, 637.
 Phosphor i. d. lothr.-luxemburg. Eisenerzen 427.
 Phosphorit v. Amberg 519.
 — v. Modica, Vork. 295.
 Phosphorführung des vogtländisch. Ober-
 silurs u. d. Verbreitung des Phosph. i.
 Altpaläozoicum Europas, Anal. 402.
 Phtalid, Chloroverbind. $C_8H_4OCl_4$ 534.
 Picolinsäure-Chorhydrat 640.
 Plökromerit v. Kalusz, Krystallf. 309.
 Pinguit v. Mähren 515.
 Piperidinpikrat 406.
 Pistazit v. Münchberg 524.
 Plagioklas v. Biella, Prov. Novara, Vork. 252.
 — v. Celebes 319.
 — a. d. Umgeb. v. Dillenburg, Anal. 409.
 — v. d. ecuatorian. Ost-Cordillere, Habitus 523.
 — v. Münchberg 520.
 — v. Predazzo 522.
 — v. Südtirol, Vork. 434.
 Platin, Vork. 512.
 — v. Borneo 509.

Platingehalt i. norweg. Nickelerz 512.
 Platoäthylsulfinitrit 547.
 Pleonast, Schmelzp. 302.
 — v. Schluckenau, Böhmen, Anal. 430.
 Polarisatoreinrichtung von Mikroskopen, Verbesserung 309.
 Polymorphismus u. chem. Isomerie, Unterscheidung 92.
 Prehnit (?) in Kaolinlagerstätten 407.
 — v. Biella, Prov. Novara, Vork., Habitus, Anal. 262.
 — v. Cala Francese, Maddalena-Ins., Vork., Anal. 93.
 — v. Jordansmühl, Anal. 420.
 Projection 279.
 Propyltriphenylpyrrholon 548.
 Pseudophillipsit a. d. Umgegend v. Rom, Anal. 399.
 Psilomelan v. Amberg 518.
 — v. Mähren 513.
 Ptilolithvarietät v. d. Kronprinz Rudolf-
 Insel, Vork., Anal., Opt. 400.
 Pyrargyrit v. Körmöczbánya, Krystallf. 502.
 γ -Pyridincarbonsäure - Salzsäure - Platin-
 chlorid 640.
 Pyridin- β -sulfosaures Ammon 640.
 Pyrit s. Eisenkies.
 Pyrochlor, Krystallstruktur 552.
 Pyrolusit v. Amberg 518.
 Pyromorphit v. Friedrichsseggen b. Ems,
 Zwill. n. (3024) 427.
 Pyrophyllit i. Kaolinlagerstätten 406.
 Pyroxen s. Augit.

Q.

Quarz, Druckfestigkeit 446.
 —, metasomat. 505.
 — i. Kaolinlagerstätten 406.
 — v. Annaberg i. S., Zwill. nach P_2 426.
 — v. Biella, Prov. Novara, Vork., Kry-
 stallf. 244.
 —, goldhaltig, v. Celebes 318.
 — a. d. equator. Ost-Cordillere 523.
 — v. Erzberg, Kärnten 434.
 — a. d. Prov. Grosseto 94.
 — a. d. Karstgebiet v. Triest 308.
 — v. Mähren, Vork. 513.
 — v. Münchberg 524.
 — v. Quebec, Habitus 313, 316.
 — a. Steiermark 432.
 — a. Südtirol, Pseudom. n. Augit 434.
 Quarzporphyr i. Nordungarn 502.
 Quecksilber v. Spilö, Dalmatien, Vork. 503.
 — v. Spizza, Dalmat. 430.
 Quecksilberbromid resp. -chlorid, u. -jodid,
 Bildung d. Mischkrystalle durch Subli-
 mation 95.
 Quecksilbererzlagerstätten v. Spizza, Dal-
 matien 429.
 Quecksilberjodid, rotes 419.

R.

- Rationale Indices, Unverträglichkeits-Relation d. Satzes v. gold. Schn. m. d. Gesetze ders., nachgewiesen am Rautendreißigflächner u. regelm. Pentagondodek. 617.
 Rautendreißigflächner, krystallogr. Unmöglichkeit 617.
 Riebeckit v. Dáhamis 349.
 Rotnickelkies v. Mansfeld, Krystallf. 648.
 Roteisenerz v. Zinnwald, Pseudom. n. Wolframit 307.
 Rubidium-Cadmiumchlorid, Doppelsalze 643, 614.
 Rubidiumeisenchlorid, Isomorphieverhältn. m. NH_4 -, K- u. Cs-Salz 72, Mess. 73.
 Rutil, metasom. 505.
 — i. Kaolinlagerstätten 406.
 —, Structur der Krystalle 412.
 — v. d. Alpe Lercheltini, Binnental, Pseudom. n. Ilmenit 303.
 — v. Borneo 309.
 — v. Celebes 349.
 — v. Erzberg, Kärnten 431.
 — v. Münchberg 521.
 — v. Quebec 346.

S.

- Salzsaures Isocarbostryl 642.
 Salzvorkommen, eigentümliches, i. Magdeburg-Halberstädter Becken 647.
 Sanidin, Einfluß der Temperaturänderung a. d. opt. Verhalten 89.
 —, flüssige Luft als Erkaltungsmittel b. krystallogr.-opt. Untersuch. 410.
 —, gegenseitige Löslichkeit geschmolzener Mineralien 416.
 —, Schmelzp. 302.
 — v. Canale Monterano, Vork., Krystallf., Zwill., Mikroklinähnlich 38.
 — v. Celebes 349.
 Sarkinit, Krystallf. 343.
 Sarkolith, Krystallf. 346.
 Saussurit v. Münchberg 521.
 Scheelit v. Baveno, Vork. 98.
 — v. Predazzo 522.
 — v. Traversella 340.
 Schmelzpunktsbestimmungen 420.
 Schneebergit, Anal. 300.
 Schwarzeisenstein v. Amberg 349.
 Schwefel, Mischkrystalle mit Selen 606.
 — a. d. Prov. Grosseto 94.
 Schwefelkies v. Erzberg, Kärnten 431.
 Schwefelsaures Magnesium-Natrium $(SO_4 MgNa_6)$ 647.
 Schwere Flüssigkeiten, Dichte, Brechungsindices 602.
 Schwerspat v. Frizington, natürl. Ätztfiguren 413.
 — v. Kornöczbánya, Vork., Krystallf. 504.
 — i. d. lothring.-luxemburg. Eisenerzlagern 427.

- Schwerspat v. Mähren, Krystallf. 544.
 — v. Schmiedefeld, Thüringer Wald 516.
 — v. Senze do Itombe, W.-Afrika 512.
 — a. Steiermark 432.
 Seladonit v. Fassa- u. Fleimsertal 522.
 Selen, Mischkrystalle v. Schwefel u. Se. 606.
 Selendilactylsäure 616.
 Seligmannit v. Binnental, Krystallf. 648.
 Serpentin v. Celebes, Pseudom. n. Bronzit 348.
 Simonyitähnliches Mineral, Natronkalisim., Krystallf., Anal., 309.
 Silber, destill., Krystallf., spec. Gew. u. W. 604.
 —, metasom. 505.
 — i. Limonit v. Mähren 513.
 Silicotungstat $W_{12}SiO_{40}Na_4$, 20 aqu. B 336.
 Sillimanit i. Kaolinlagerstätten 407.
 — v. Erzberg, Kärnten 434.
 — v. Linz, Oberösterreich. 429.
 Skapolith i. Kaolinlagerstätten 407.
 — v. Quebec, chem. Zusammens. 343, 345.
 Skolezit, Krystallf. 546.
 — v. Cala Francese, Maddalena-Ins., Anal. 94.
 — v. Salzburg, Krystallf. 308.
 Skopolin-Chloroplatinat 643.
 Spaltbarkeit der Krystalle 527.
 Speiskobalt v. Schweina, Thüringer Wald, Vork., Habitus, Anal. 517.
 Sphalerit s. Zinkblende.
 Spinell i. Kaolinlagerstätten 407.
 — v. Borneo 309.
 Spinellgruppe, Krystallstructur 334.
 Spodumen, Schmelzp. 304.
 Sprödglimmer i. Kaolinlagerstätten 407.
 Staurolith i. Kaolinlagerstätten 407.
 Steinmark v. Mähren 345.
 Stibiconit a. d. Prov. Grosseto 94.
 Stilben u. Azobenzol, Bildung der Mischkryst. durch Sublimation 93.
 Stilbit v. Cala Francese, Maddalena-Ins., Anal. 93.
 Stilpnosiderit v. Amberg 348.
 — v. Zschorlau, Pseudom. n. Uranit 307.
 Strahlstein, Schmelzp. 302.
 Structurarten, Haupt- der Krystalle des kubisch. Typus 529.
 Succinaldehyd, 5 Modificat. 612.
 Sulfobenzoesaures Natrium, m- u. p- 643, 644.
 Sulfobenzoesäuredimethylester, o-Nitro-p-, 645.
 p-Sulfobenzoesäuremethylester 644.
 Syngonieellipsoidgesetz, Folgerungen 332.

T.

- Tellur, destill., Krystallf., spec. Gew. u. W. 603.
 Tellurgold u. -silber, metasom. 505.
 Tetartoedrie i. regulär. System, Beiträge zur Auffass. ders. anlaßlich v. Krystallf. des Langbeinits 646.

Tetramethylhämatoxylin 639.
 Tetramethylphloroglucinmonomethyläther 637.
 Tetranitro-Monomethyl-Nitro-Anilin 425.
 Thouletsche Lösung, Brechungsind. 603.
 Thalliumäthylat u. -amylat, Dichte, Brechungsind. 603.
 Thermodynamik, einige Eigenschaft d. Kryst. v. Standpunkte ders. 489.
 Thomsonit v. Erythraea, Anal., Vork., physik. Eigensch. 92.
 Thoneisenstein a. d. Karstgebiet v. Triest 307.
 Thoriumsulfat $Th(SO_4)_2 \cdot 9H_2O$ 288.
 Titaneisenerz, Löslichkeit i. Fluorwasserstoffsäure 426.
 — i. Kaolinlagerstätten 406.
 — (Ilmenit) v. d. Alpe Lercheltal, Binnental, umgewand. i. Magnetit u. Rutil 303.
 — v. Borneo 509.
 — v. Celebes 349.
 — v. Erzberg, Kärnten 434.
 — v. Münchberg 520.
 Titanit i. Kaolinlagerstätten 407.
 — v. Biella, Prov. Novara, Vork., Krystallf., Opt., Anal. 239.
 — v. d. ecuatorian. Ost-Cordillere 524.
 — v. Fellberg, Mähren 308.
 — a. d. Mühlviertel, Oberösterreich, Habitus 309.
 — a. d. Ottawatal, Can., Spaltb. 347.
 — v. Pian Real, Susatal, Krystallf. 408.
 — v. Predazzo 522.
 — v. Quebec, Habitus 343, 346.
 Titanolivin i. d. piemontesisch. Alpen, Verbreitung 289.
 Toluolderivate, krystallonom. Symmetrie v. stellungsisomeren 357.
 Toluole, Formverwandtschaft d. bromierten u. nitrierten 367.
 Topas, Accessorien, Mess. 380.
 —, metasom. 505.
 — i. Kaolinlagerstätten 407.
 — v. Borneo 509.
 Triacetylmethylpyrogallol 627.
 Triacetyloxydiamidotrimethylbenzol 634.
 Tribrom- u. -Dinitrotoluole 368.
 Tribromtrimethylphloroglucin 638.
 Trichlor-R-pentendioxy-carbonsaures Ammonium 597.
 Tridymit v. d. ecuatorian. Ost-Cordillere 523.
 Trimethylphloroglucin 633.
 Trimethylpyrrolidinammonium-Platinchlorid 598.
 Trimethyltrichlortriketo-R-hexylen 636.
 Trinitro-Aniline, morphotr. Bezieh. bei d. i. d. Amino-Gruppe subst. 443.
 Trinitro-Anisol 568.
 Trinitrobutyltoluol 534.
 Triphenylcarbinol, Äthyläther 638.
 Tripropyl - ammoniumjodid - Essigsäuremethylester 644.
 Tropinchloroplatinat 645.
 Turmalin, metasom. 505.

Turmalin, Umwandlung 299.
 —, Verwachs. m. Muscovit 448.
 — i. Kaolinlagerstätten 407.
 — v. Baveno, Habitus, physikal. Eigensch. 99.
 — v. Biella, Prov. Novara, Vork., Krystallf., Opt. 257.
 — v. Celebes 349.
 — v. Erzberg, Kärnten 434.
 — v. Predazzo 522.
 — v. Quebec, Habitus 343, 345.

U.

Umwandlungscuren b. isomorph. Salzhydraten 94.
 Unterphosphorsaures Natrium, saures, 546.
 Unverträglichkeits-Relation d. Satzes v. goldenen Schnitte m. d. Gesetz d. rational. Indices, nachgewiesen am Rautendreißigflächner a. regelm. Pentagondokäeder 647.
 Uranit v. Zschorlau, umgewandelt i. Stilpnosiderit 307.

V.

Valentinit v. Ivrea 293.
 Vanadinsäure i. d. lothring.-luxemburg. Eisenerzlag. 427.
 Vanadinsaures Baryum $BasV_{10}O_{28}$, 49 aq. 532.
 Vanadinverbindungen der Form VdX_2 605.
 Vanadosulfat 606.
 Vanthoffit a. d. Magdeburg-Halberstädter Becken u. künstl. 647.
 Versuvian, Bestimm. d. Doppelbrechung f. verschiedene Farben 340.
 — v. Canale Monterano, Krystallf. 54.
 Vivianit a. d. Karstgebiet v. Triest 308.
 Volborthit v. Senze do Itombe, W.-Afrika 542.

W.

Wachstums- u. Auf Lösungsgeschwindigkeit der Fläche 494.
 Wad v. Mähren 513.
 Wavellit v. Amberg 548.
 — v. Manziara, Anal., Habitus 90.
 Weinsaures Antimonoxyd-Kali + $NaNO_2$ + aq. 535.
 Weißbleierz v. Sardinien, Einfl. d. Temperaturänderung auf d. opt. Verhalten 88.
 — v. Sardinien, Viellinge, krystallogr.-opt. Unters. 447.
 Wernerit (Mejonit), Krystallf. 546.
 Wismuth, destill., Habitus, spec. Gew. u. W. 605.
 Wismuthocker v. Schwarzenberg, Pseudom. n. Eulytin 307.
 Wolframit v. Schmiedefeld, Thuring. Wald 546.
 — v. Zinnwald, umgew. i. Roteisenerz 307.

- Wollastonit, Schmelzp. 304.
 — v. Biella, Prov. Novara, Vork., physik. Eigensch. 330.
 — a. d. Ottawathal, Can., Vork., Anal. 347.

X.

- Xenotim i. Kaolinlagerstätten 407.
 p-Xylolsulfonsaures Natrium 549.

Z.

- Zeolith, metasom. 505.
 — v. Fassa- u. Fleimsertal 522.
 — der Umgegend v. Rom, Anal. 398.
 Zeophyllit a. d. böhmisch. Mittelgeb., neuer fluorhaltig. Zeolith 306.
 — v. Gr. Prießen, Böhm., neues fluorhalt. Silicat, Habitus, Anal. 648.
 Zersetzungsproduct $C_6H_8O_4$ aus δ -Oxy- α -Methylglutarsäure 623.
 Zink, destill., Habitus, spec. Gew. u. W. 604.
 —, hydroschwefligsaures 649.
 Zinkblende, Krystallstructur 552.
 —, metasom. 505.
 — v. Brosso 540.
 — i. d. lothring.-luxemburg. Eisenerzlagern 427.
 —, Cd-haltig, v. Monte Somma, Anal. 297.

- Zinkblende a. Steiermark 432.
 Zinkerze, üb. d. Cd-Gehalt, Verhalt. ders. v. d. L. u. Nachweis des Cd u. Zn auf trockenem Wege 506.
 Zinklegierungen, Verhalt. v. d. L. 506.
 Zinnerz v. Pitkäranta, Krystallf. 4.
 — v. Quebec 346.
 Zinnober v. Cortevicchia, Vork., geolog. Verhältnisse 295.
 — a. d. Prov. Grosseto 94.
 — v. Saturnia, Prov. Grosseto, neues Vork. 296.
 — v. Spizza, Dalmatien, Vork. 429.
 Zinnsulfür, künstl. 325.
 Zirkon, Krystallstructur 552.
 — v. Templeton, Can. 346.
 — i. Kaolinlagerstätten 407.
 — v. Borneo 509.
 — v. d. ecuatorian. Ost-Cordillere 524.
 — v. Erzberg, Kärnten 434.
 — (Auerbachit) i. Mariupolit v. Jekaterinoslaw, Anal., kein selbständ. Mineral 304.
 — a. d. Ottawathal, Can., Habitus 347.
 Zoisit, Schmelzp. 302.
 — v. Münchberg 520.
 Zonen oder Flächen als Ausgang d. Flächenentwicklung 385.
 Zonenlehre 280.

Berichtigungen und Zusätze.

Zum 40. Bande.

- S. 348. Zu dem Auszuge 47. Bücking hinzuzufügen: »Nachtrag (Ebenda 224—224). Die in dem Auszuge bereits erwähnten goldführenden »Zersetzungsklüfte«, von denen vermutlich sowohl die Mineralführung, als auch die Zersetzung ausging, hängen nach Behaghel wahrscheinlich mit einer Verwerfungsspalte, dem eigentlichen Erzgang, zusammen.«
 S. 382 Zeile 13 v. o. lies: »Taf. X, Fig. 6a, 6b« statt »Taf. X, Fig. 5a, 6b«.

Mitteilung der Redaction.

Bezugnehmend auf das 1887 erschienene Circular an die Leser und Mitarbeiter der Zeitschrift für Krystallographie und Mineralogie (von welchem noch einzelne Exemplare auf Wunsch zur Verfügung stehen) bittet Unterzeichneter, bei den zur Publication bestimmten Zusendungen das Folgende zu beachten.

Die in deutscher Sprache eingehenden Manuscripte gelangen tunlichst in der Reihenfolge des Einlaufs zum Druck. Von englischen oder französischen Manuscripten kann auf Wunsch des Autors durch die Redaction eine Übersetzung besorgt werden, doch bedingt dies natürlich eine Verzögerung der Publication. Keine Aufnahme finden Abhandlungen, welche anderswo in deutscher Sprache erschienen sind oder erscheinen werden, sowie solche, welche den Charakter von »vorläufigen Mittheilungen« besitzen.

Das zu den Manuscripten benutzte Papier ist nur einseitig zu beschreiben.

Die Manuscripte sind gut leserlich zu schreiben und auf die Anordnung von Tabellen, Formeln u. dergl. die größtmögliche Sorgfalt zu verwenden (die erheblichen Correcturkosten, welche Änderungen im Arrangement solcher Teile des Satzes erfordern, fallen, wenn sie durch Undeutlichkeit des Manuscriptes verursacht werden, ebenso wie diejenigen größerer nachträglicher Einschaltungen, dem Autor zur Last). Als Symbole der Krystallformen dienen die Millerschen mit der Reihenfolge der Axen nach Weiss. Die anzugebenden Winkel sind die der Normalen der Flächen. Citate sind immer möglichst vollständig zu geben, d. h. außer dem Titel des betr. Journals Jahr- und Bandzahl, sowie die Seitenzahl, z. B. »Bull. soc. franç. d. min. Paris 1897, 20, 172«. Bei Arbeiten, welche seit dem Bestehen der »Zeitschrift« erschienen sind, ist stets das Citat des Referates, z. B. »Ref. diese Zeitschr. 31, 73« hinzuzufügen (in den Auszügen dürfte das letztere Citat überhaupt genügen).

Alle Figuren sind auf besonderen Blättern beizulegen und zwar jede Figur auf einem eigenen Blatte. Die Zeichnungen sind mit feinem Bleistift auf glattem Papier auszuführen und sollen auch die benutzten Hilfslinien enthalten, da diese dem Lithographen die Controlle der Richtigkeit der Ausführung und der Orientierung der Copie wesentlich erleichtern. Undeutliche Stellen der Zeichnung sind durch beigegebene Skizzen in größerem Maaßstabe zu erklären. Figuren, welche in photographischer Reproduction zur Herstellung von Textclichés benutzt werden sollen, können (mit Ausnahme der Buchstaben, welche jedenfalls nur mit Bleistift einzutragen sind) mit

tiefschwarzer Tusche ausgezogen werden, doch ist darauf zu achten, daß die Randlinien der Krystallformen um ca. $\frac{1}{4}$ feiner und die punktierten hinteren Kanten noch schwächer gehalten werden. Sind die Figuren in größerem Maaßstabe ausgeführt, so müssen behufs der photographischen Verkleinerung natürlich alle Linien im Verhältniß stärker sein. »Auszüge« können Figuren nur ausnahmsweise beigegeben werden.

Die Autoren erhalten von ihren Originalmittheilungen 50 Separatabzüge gratis, eine größere Zahl auf Wunsch und gegen Erstattung der Herstellungskosten. Es wird gebeten, die Anzahl der gewünschten Sonderabzüge auf der ersten Seite des Manuscriptes zu vermerken und etwaige spätere Wünsche oder Reclamationen wegen deren Zusendung an die Verlagsbuchhandlung Wilhelm Engelmann in Leipzig, Mittelstr. 2, zu richten.

Die Correcturen sind spätestens innerhalb drei bis vier Tagen nach Empfang von dem Autor zu erledigen und (ohne Manuscript) an den Unterzeichneten zurückzusenden.

Die zum Referat an die Redaction eingesandten Separatabzüge aus anderen Zeitschriften enthalten zuweilen keine Angaben, aus denen der Ort des Erscheinens ersichtlich ist. Behufs genauer Citirung derselben in dem betreffenden Auszuge wird gebeten, den Titel, Jahrgang, Band- und Seitenzahl der Zeitschrift, in welcher sie veröffentlicht sind, auf denselben anzugeben. Arbeiten, aus denen Tabellen u. dergl. im Auszuge wiedergegeben wären, sind womöglich in zwei Exemplaren einzusenden.

München, 6. Brieffach.

Prof. P. Groth.

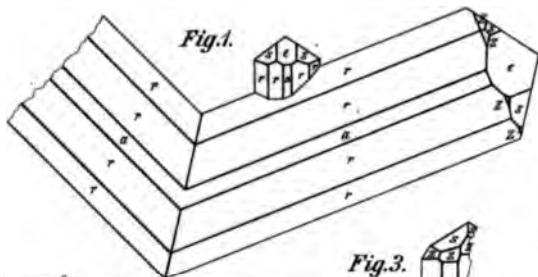


Fig. 1.

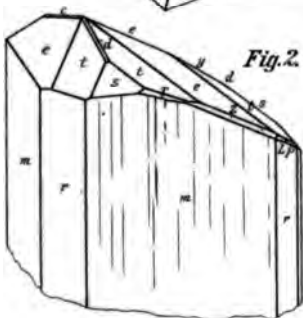


Fig. 2.

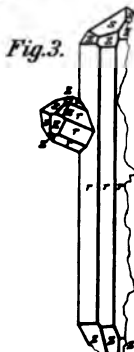


Fig. 3.

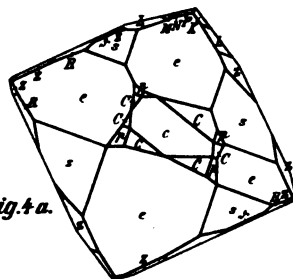


Fig. 4a.

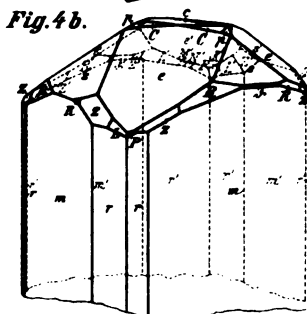


Fig. 4b.

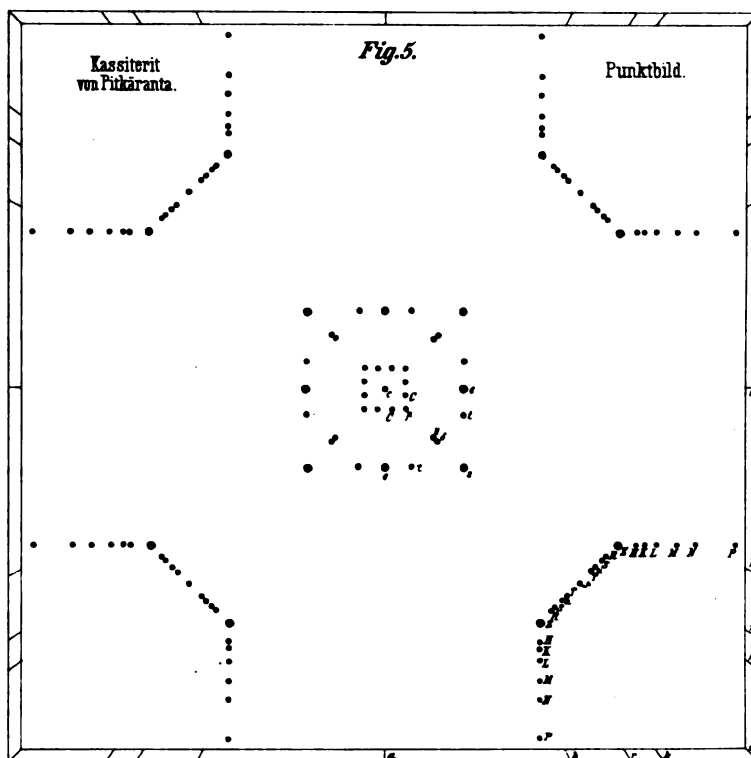


Fig. 5.

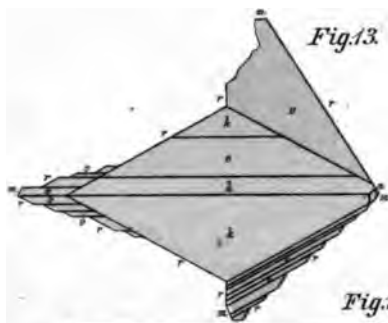


Fig. 13.

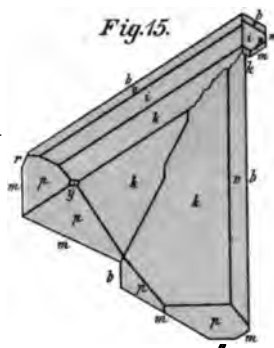


Fig. 15.

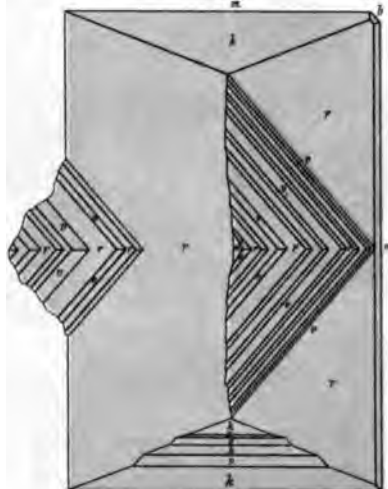


Fig. 14.

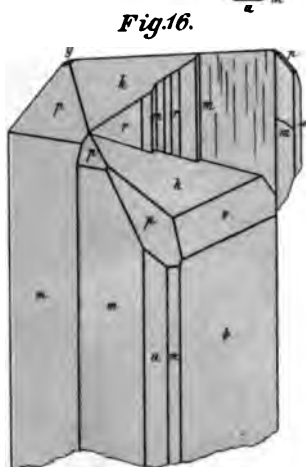


Fig. 16.

Fig. 17.

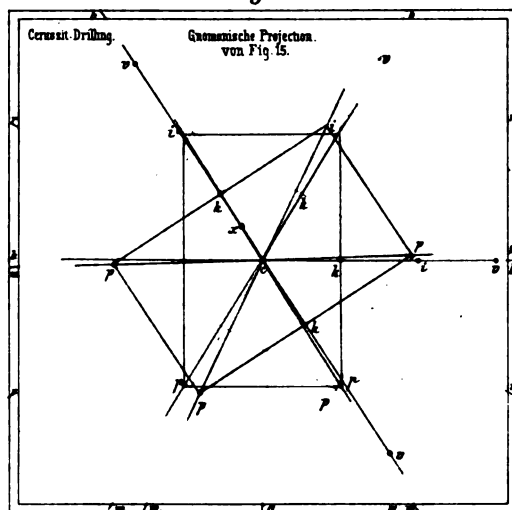


Fig. 16.

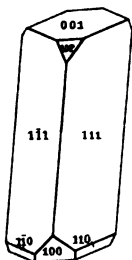


Fig. 17.

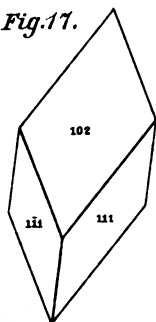


Fig. 20.

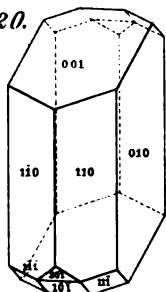


Fig. 18.

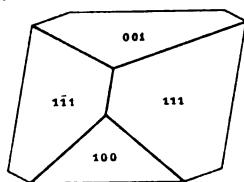


Fig. 19.

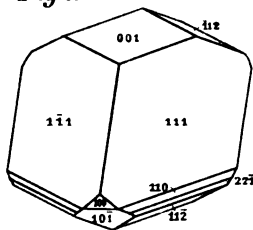


Fig. 21.

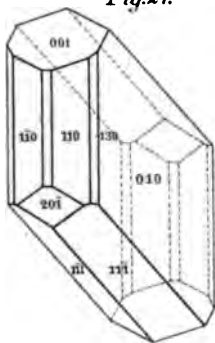


Fig. 24.

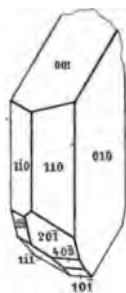


Fig. 25.

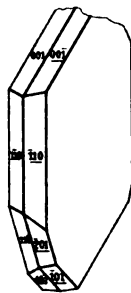


Fig. 26.

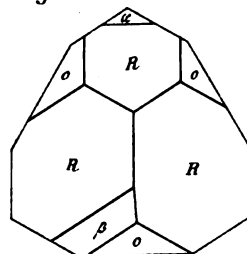


Fig. 22.

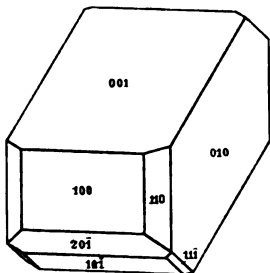


Fig. 23.

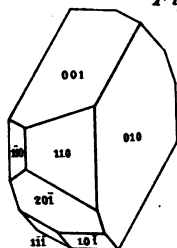


Fig. 27.

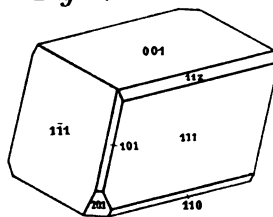


Fig. 28.

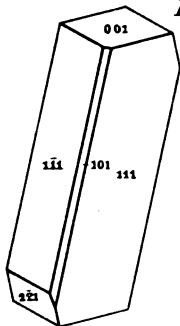


Fig. 29.

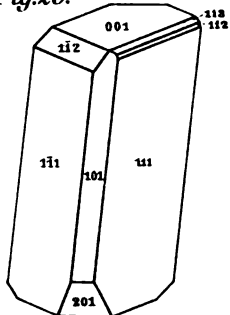
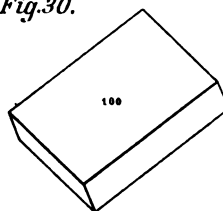
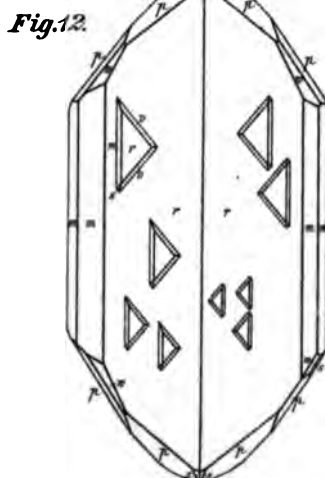
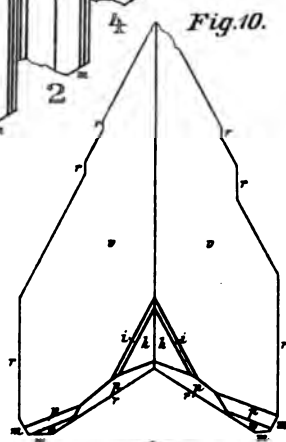
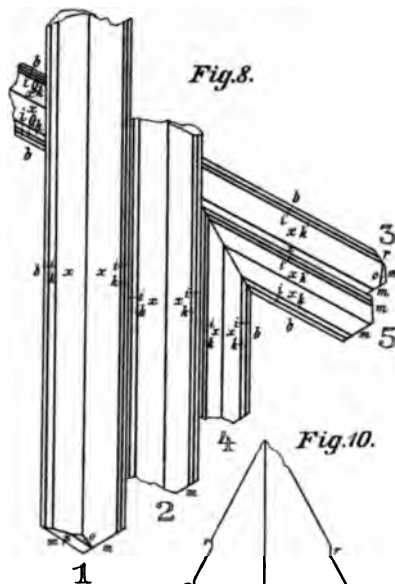
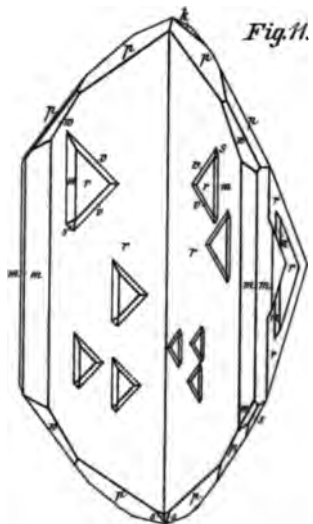
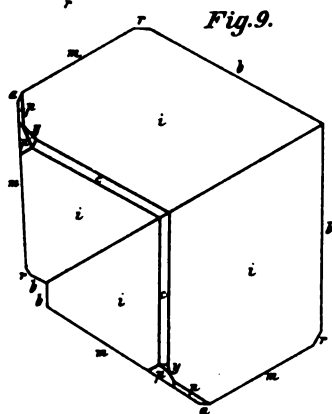
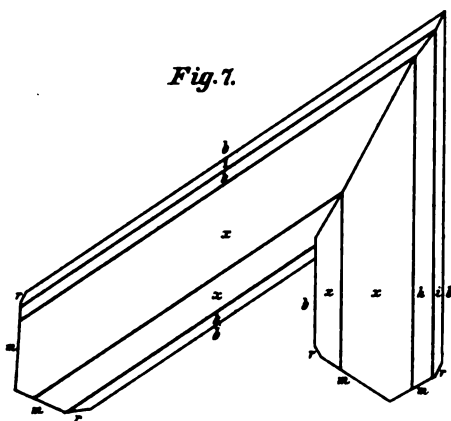


Fig. 30.





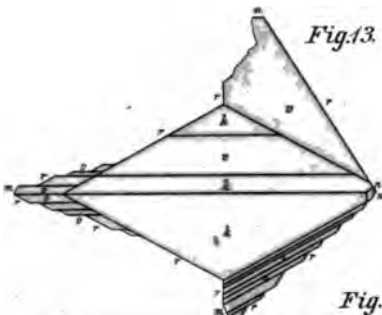


Fig. 13.

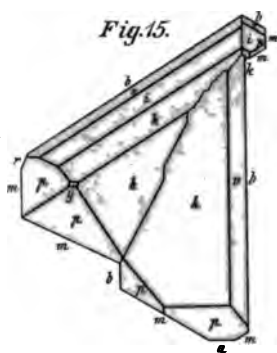


Fig. 15.

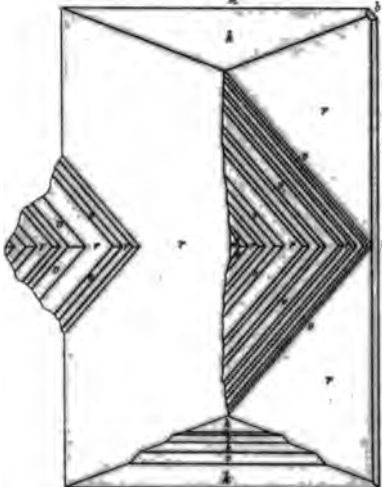


Fig. 14.

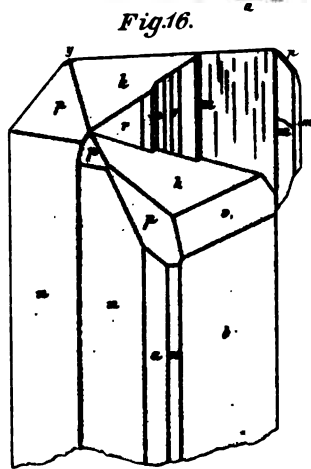


Fig. 16.

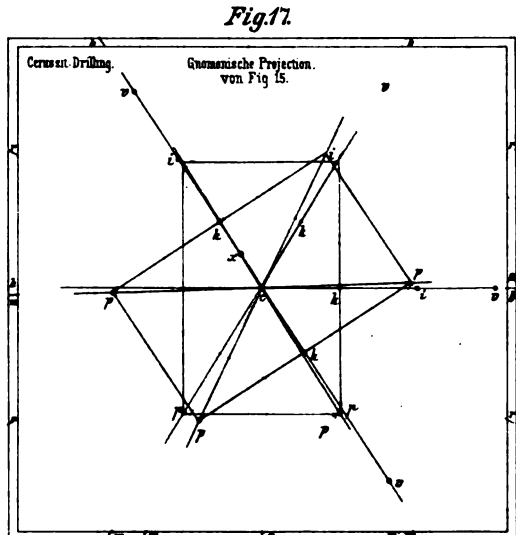


Fig. 17.

Aut. del.

Lith. Robert Kuhn, München.

Fig. 2.

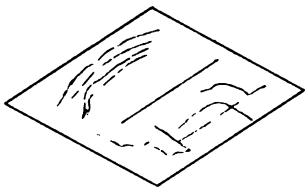


Fig. 1.

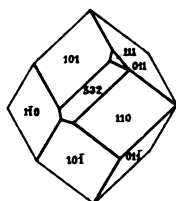


Fig. 3.

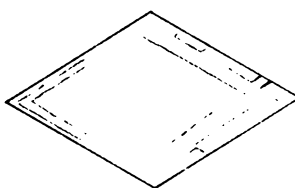


Fig. 4.

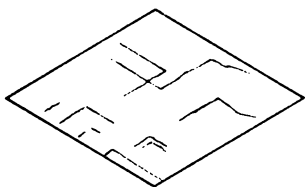


Fig. 5.

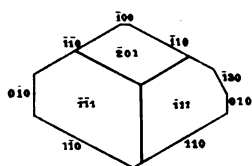


Fig. 6.

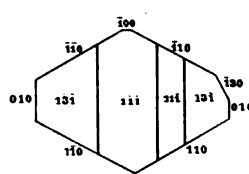


Fig. 7.

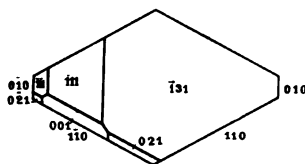


Fig. 8.

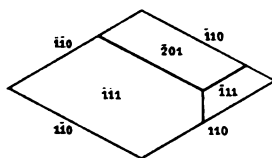


Fig. 9.

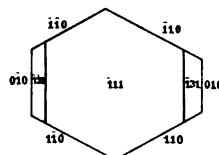


Fig. 10.

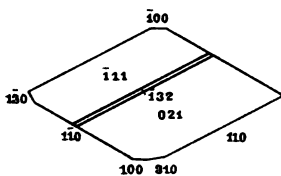


Fig. 11.

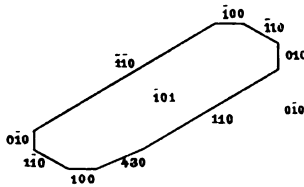


Fig. 12.

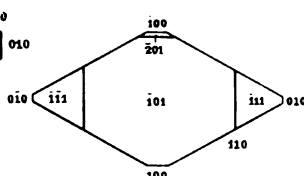


Fig. 13.

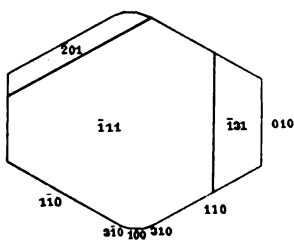


Fig. 14.

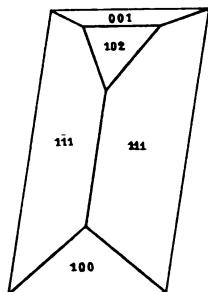


Fig. 15.

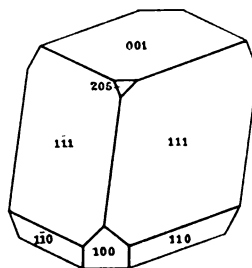




Fig.16.



Fig.17.

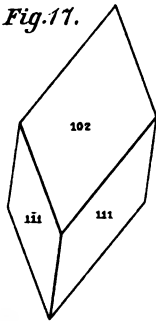


Fig.20.

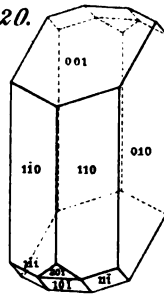


Fig.18.

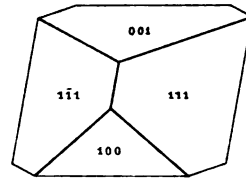


Fig.19.

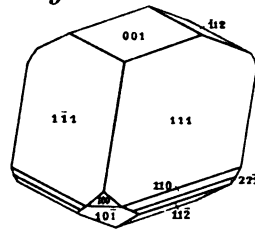


Fig.21.

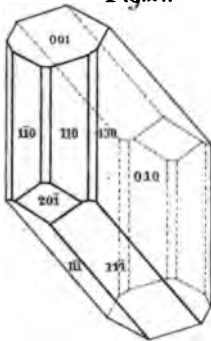


Fig.24.

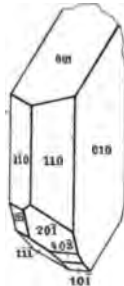


Fig.25.

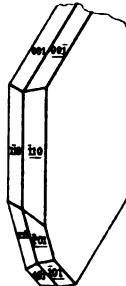


Fig.26.

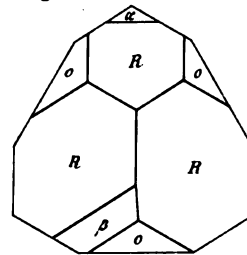


Fig.22.

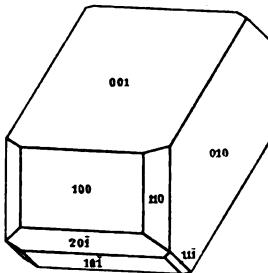


Fig.23.

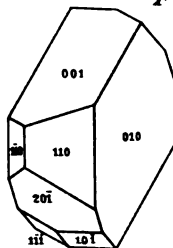


Fig.27.

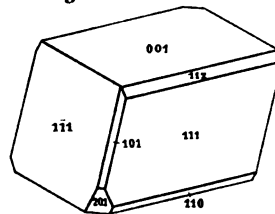


Fig.28.

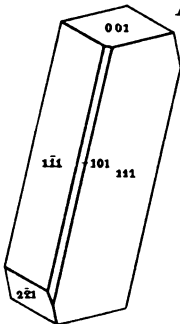


Fig.29.

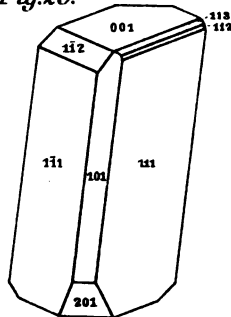
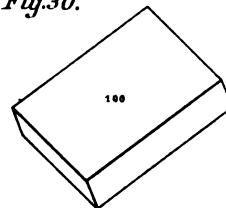
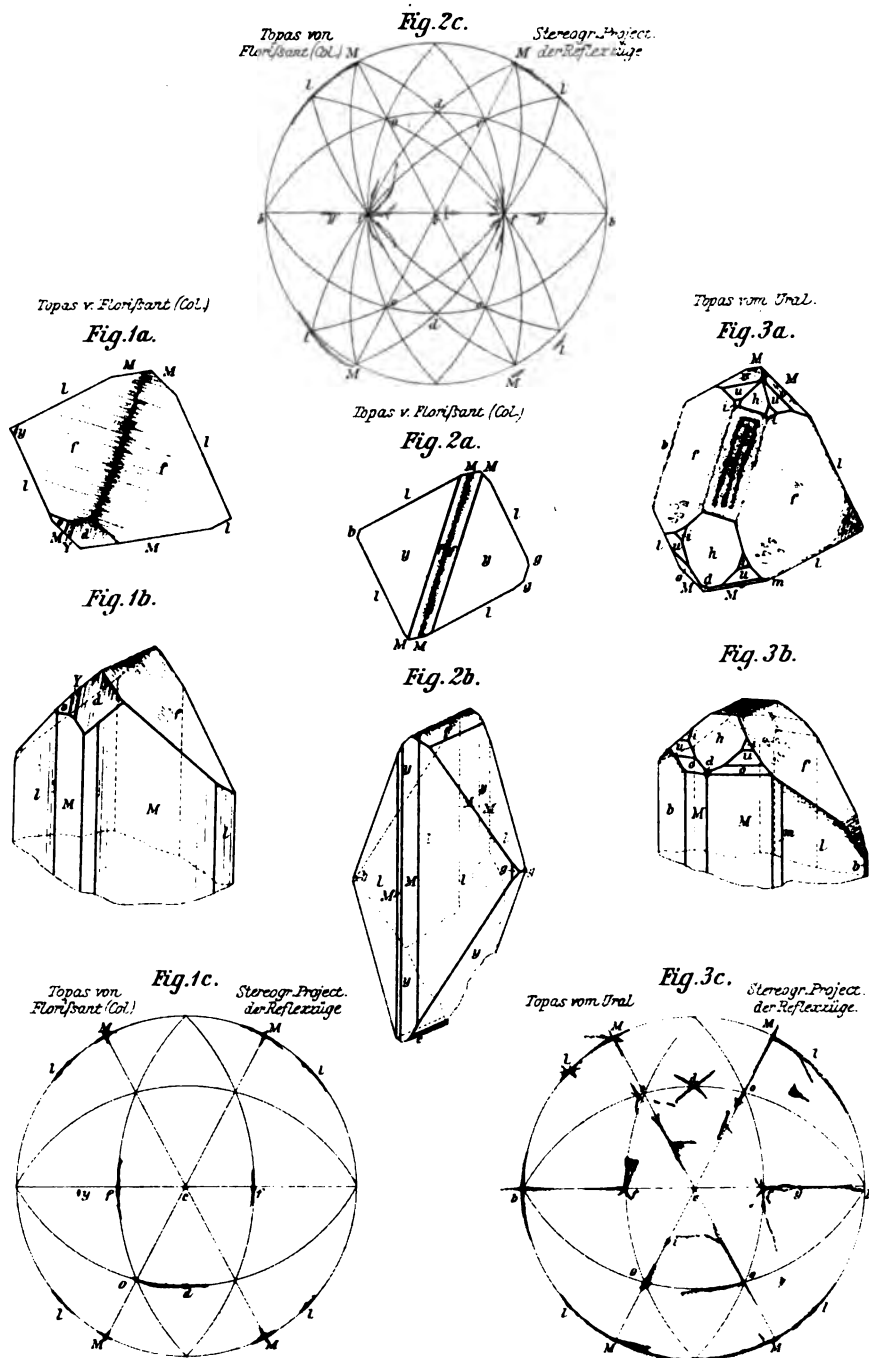
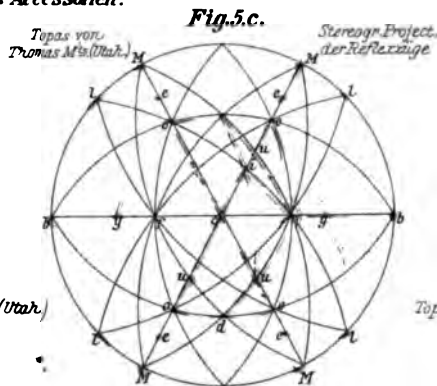


Fig.30.







Topas v. Thomas M^{ts} (Utah)

Fig. 4.a.

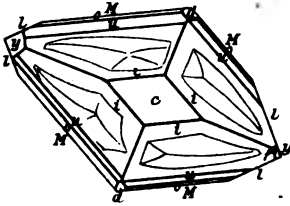


Fig. 4.b.

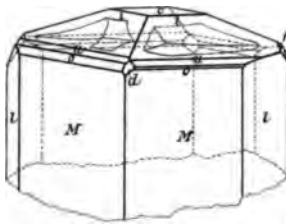
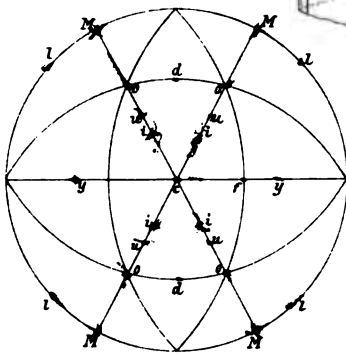


Fig. 4.c.

Topas von Thomas M^{ts} (Utah) *Stereogr. Project. der Reflexzüge*



Aut. del.

Topas v. Thomas M^{ts} (Utah)

Fig. 5.a.

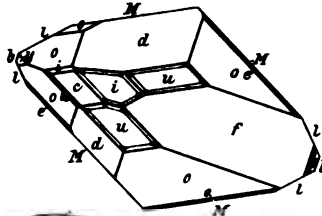
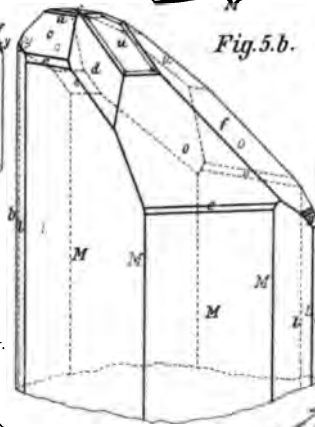


Fig. 5.b.



Topas v. Thomas M^{ts} (Utah)

Fig. 6.a.

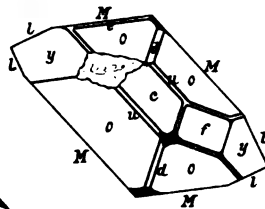


Fig. 6.b.

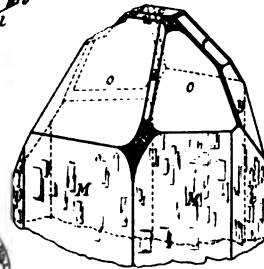
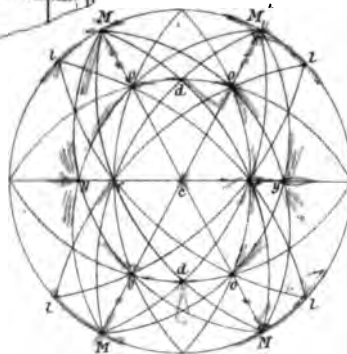
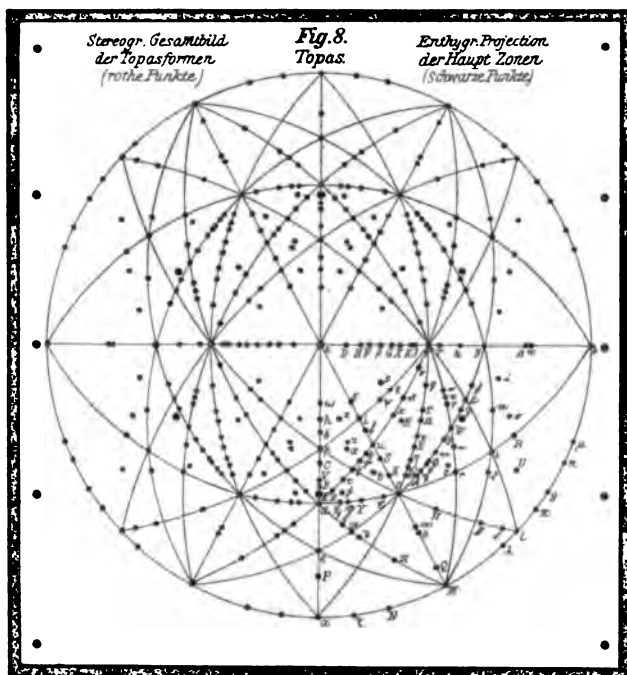
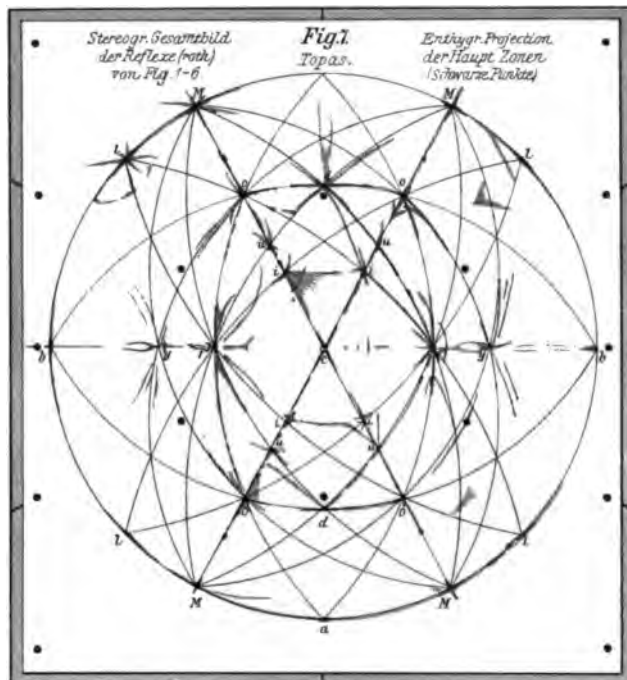


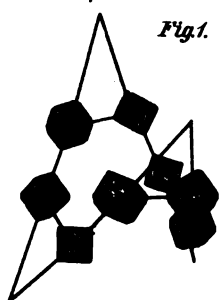
Fig. 6.c.

Topas von Thomas M^{ts} (Utah) *Stereogr. Project. der Reflexzüge*

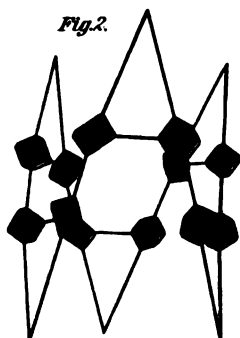


Lith. Hubert Köhler, München.

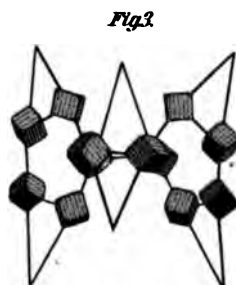




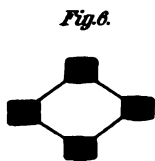
Der Raum-Vier-Ring
mit $\alpha 38^\circ 56'$. (starr)



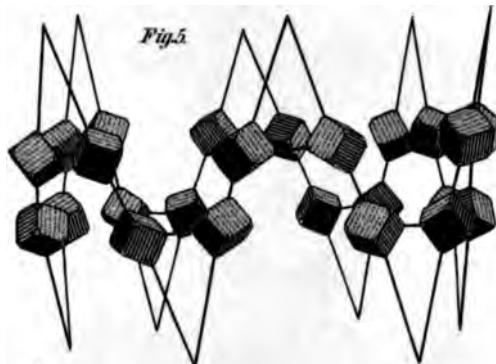
Der Raum-Sechs-Ring
mit $\alpha 38^\circ 56'$. (starr)



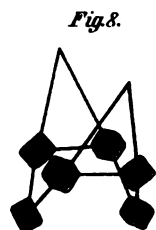
Ein Raum-Sechs-Ring
mit $\alpha 38^\circ$
(labil, Endphase)



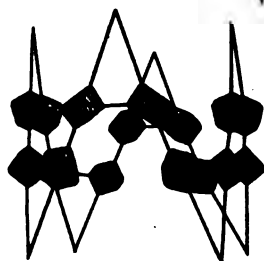
Der Raum-Vier-Ring.
zweimal $\alpha 70^\circ / 109^\circ$.



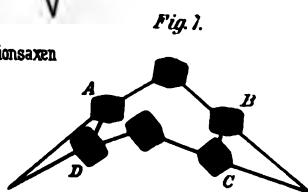
Der Raum-Zwölf-Ring mit $\alpha 38^\circ$; die Rotationsachsen
bilden ein reguläres Zwölfeck.



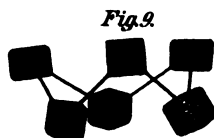
Der Raum-Vier-Ring.
 $2 \times \alpha 38^\circ / 70^\circ$



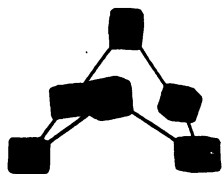
Der Raum-Acht-Ring mit $\alpha 38^\circ 56'$.
Die Rotationsachsen bilden ein
regelmässiges ebenes Achteck.



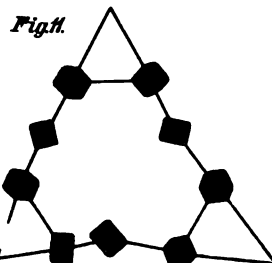
Der Raum-Mer-Ring.
 $2 \times \alpha 38^\circ / 109^\circ$



Der Raum-Sechs-Ring (starr)
 $3 \times 70^\circ / 109^\circ$
Die Rotationsachsen bilden ein
halbregelmässiges ebenes Sechseck.

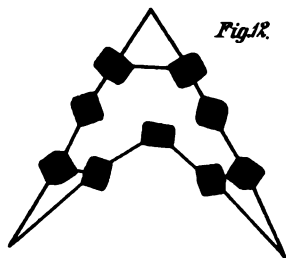


Ein Raum-Sechs-Ring
 $3 \times 70^\circ / 109^\circ$
(labil, Endphase)

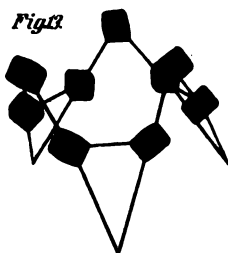


Der Raum-Sechs-Ring.
 $3 \times 38^\circ / 109^\circ$ (starr)

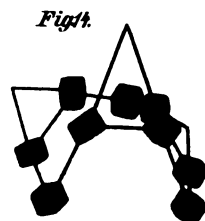
Am del.



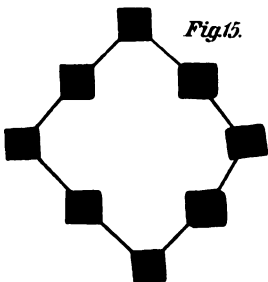
Ein Raum-Sechs-Ring $3 \times 38^\circ / 109^\circ$
(labil, Endphase)



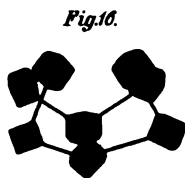
Der Raum-Sechs-Ring $3 \times 38^\circ / 70^\circ$, stark
Die Rotationsachsen bilden ein
halbregelmässiges ebenes Sechseck.



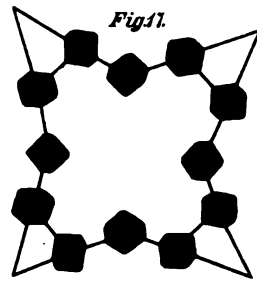
Ein Raum-Sechs-Ring
 $3 \times 38^\circ / 70^\circ$ (labil, Endphase)



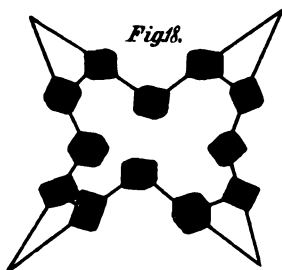
Der Raum-Acht-Ring $4 \times 70^\circ / 109^\circ$
Die Rotationsachsen bilden ein halb-
regelmässiges ebenes Achteck.



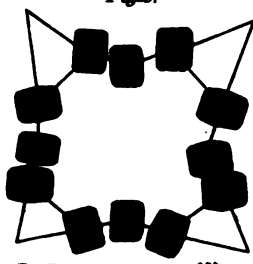
Ein Raum-Acht-Ring $4 \times 70^\circ / 109^\circ$
(labil)



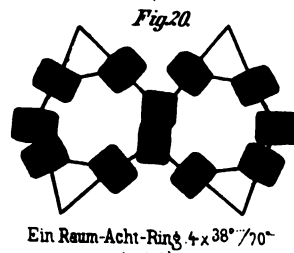
Der Raum-Acht-Ring $4 \times 38^\circ / 109^\circ$
Die Rotationsachsen bilden ein halb-
regelmässiges ebenes Achteck.



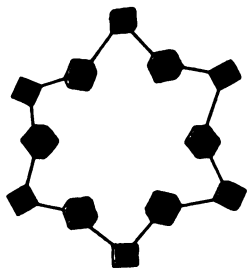
Ein Raum-Acht-Ring $4 \times 38^\circ / 109^\circ$
(labil)



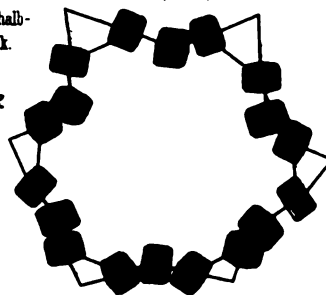
Der Raum-Acht-Ring $4 \times 38^\circ / 70^\circ$
Die Rotationsachsen bilden ein halb-
regelmässiges ebenes Achteck.



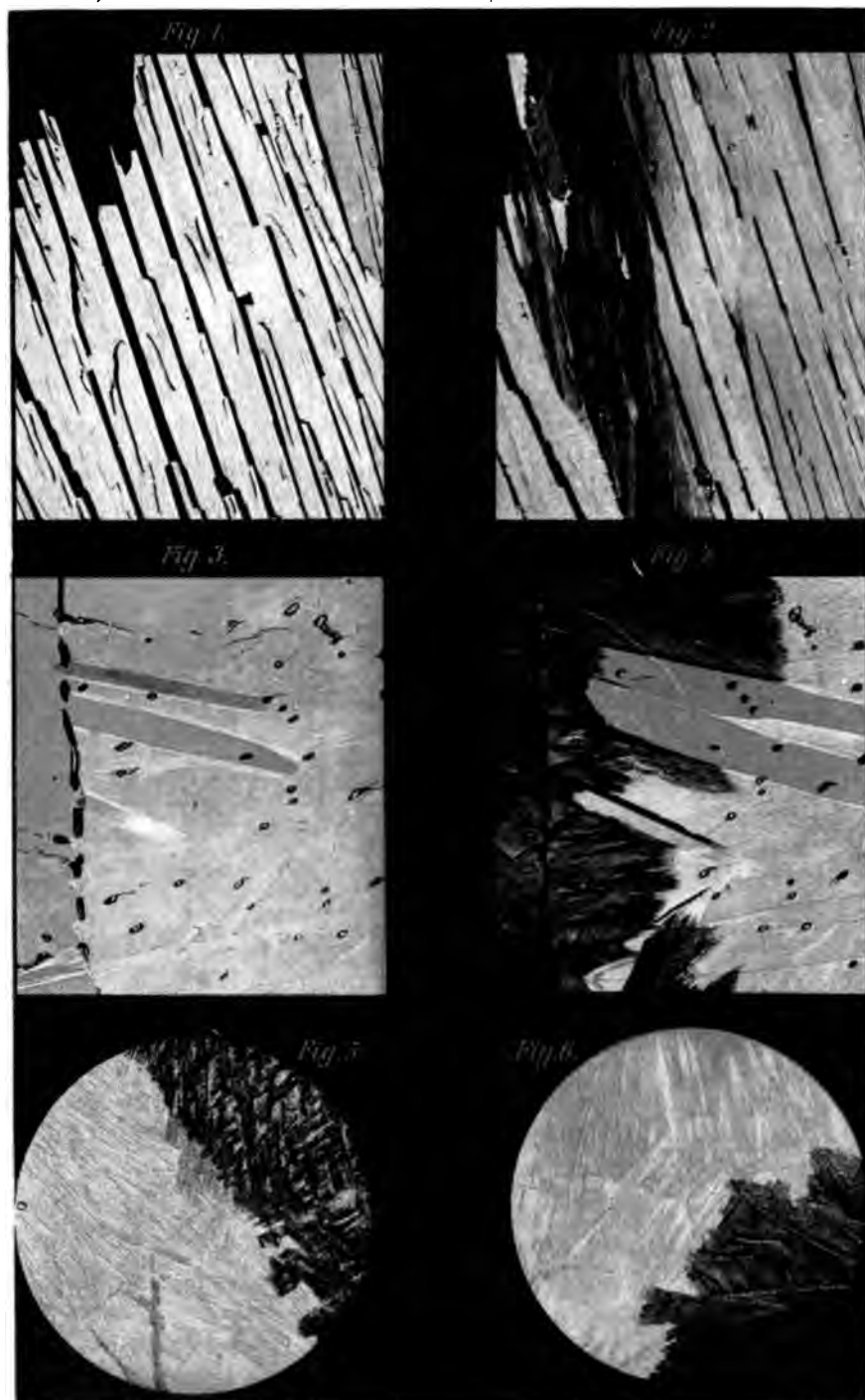
Ein Raum-Acht-Ring $4 \times 38^\circ / 70^\circ$
(labil)



Der Raum-Zwölf-Ring $6 \times 70^\circ / 109^\circ$
Die Rotationsachsen bilden ein halbregel-
mässiges ebenes Zwölfeck.



Der Raum-Zwölf-Ring $6 \times 38^\circ / 70^\circ$
Die Rotationsachsen bilden ein halbregel-
mässiges ebenes Zwölfeck.



Ant. del.

Lith. Robert Kähler, München.

1

2





